

Jahresbericht 2009

Institut für Angewandte Physik



Liebe Mitglieder und Freunde des Instituts für Angewandte Physik,

gegenwärtig ist die Reform der Studiengänge in Deutschland in die Diskussion geraten, insbesondere durch Protestveranstaltungen seitens der Studierenden. Einige angestrebte Ziele der Reform – speziell eine höhere Mobilität zwischen verschiedenen Studienorten europaweit – konnten bisher nicht erreicht werden. Dennoch sind einige positive Effekte erkennbar, wie z. B. die bei dieser Gelegenheit stattgefundene intensive Überarbeitung der Studieninhalte und die erfolgte Abstimmung der einzelnen Veranstaltungen aufeinander. Man kann hoffen, dass ein jetzt angestoßenes Diskutieren der Reformfolgen zu Verbesserungen des Bachelor-Mastersystems führen wird.

Am IAP ist die Umorganisation noch in vollem Gange. Wir blicken auf eine lange und erfolgreiche Phase der Kommunikationsphysik zurück: Ursprünglich durch Prof. Dänzer begründet, konnten Prof. Wolf und schließlich Prof. Lacroix eine jeweils hoch motivierte und sich stetig weiterentwickelnde Forschungsabteilung am IAP anführen. Mit der Pensionierung von Prof. Lacroix zum 1. Oktober dieses Jahres, hat dieser Forschungszweig am IAP seinen offiziellen Abschluss gefunden.

Die Bemühungen um Einrichtung einer Professur für experimentelle Astrophysik führten überraschenderweise in diesem Jahr noch zu keiner Berufung. Weitere Berufungsvorgänge am IAP zur Beschleuniger- und Plasmaphysik sind unterwegs – wir hoffen sehr, dass es hierzu im nächsten Jahr deutliche Fortschritte gibt. Die Zukunft unseres Instituts hängt von einer erfolgreichen und zügigen Besetzung dieser Positionen ab.

Bei den Projekten seien einige Glanzpunkte dieses Jahres genannt: Herr Eichler konnte zum Jahresschluss eine sehr schöne Doktorarbeit zu Mikrofon-Arrays vorlegen, welche zu überzeugenden experimentellen und theoretischen Ergebnissen zum gerichteten Hören führte. In der Plasmaphysik gibt es gute Fortschritte bei der Erzeugung und Stabilisierung von gepulsten Plasmen, sowie deren Anwendungen. Direkt zur Beschleunigeranlage GSI-FAIR trägt die Gruppe Jacoby mit Untersuchungen zu Plasmastrippern sowie zu Hochspannungsschaltern bei. In der Beschleunigerphysik nahm die Herstellung von Schlüsselkomponenten für den Schwerioneninjektor "EBIS-Linac" zum RHIC-Kollider in Brookhaven, USA, viele Hürden. Die Auslieferung des RFQ ist erfolgt, ein IH-Resonator sowie mehrere Buncher-Kavitäten sind gut auf dem Weg. Die supraleitende Kavitätenentwicklung führt aktuell zu einer Serie neuer Resonatoren vom CH-Typ, welche hoffentlich die bisherige Erfolgsgeschichte fortführen können. Das Leuchtturmprojekt FRANZ in unserer Experimentierhalle kommt jetzt in die Hauptproduktionsphase. Dieser aufzubauende Neutronengenerator hat bereits zu einer Fülle von beschleunigerphysikalischen Neuentwicklungen geführt und schlägt sich in zahlreichen Bachelor-, Master- und Doktorarbeiten nieder. Bei der RFQ-Entwicklung fällt insbesondere der Fortschritt bei der Bewältigung hoher Tastverhältnisse ins Gewicht.

Herzlich wollen wir uns an dieser Stelle bei allen Institutsmitgliedern für die geleistete Arbeit bedanken. Allen Kollaborationspartnern und Firmen danken wir für die Zusammenarbeit und Geduld bei nicht selten auftretenden Sonderwünschen. Unser besonderer Dank geht an alle Förderer sowie an die zentralen Einrichtungen der Universität, verbunden mit der Hoffnung auf ein weiterhin gutes und erfolgreiches Miteinander.

Frankfurt am Main, Dezember 2009



Prof. Dr. U. Ratzinger



Prof. Dr. J. Jacoby

Inhaltsverzeichnis

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter	4
Projektbeschreibungen	7
Feinmechanische Werkstatt.....	52
Lehrveranstaltungen SS 2009 und WS 2009/10	54
Abgeschlossene Examensarbeiten.....	58
Geförderte Forschungsprojekte und Kooperationen	60
Mitarbeit in Fachausschüssen (FA), Fachgruppen (FG) und Gremien	63
Mitarbeit in nationalen und internationalen Konferenzgremien	66
Besondere Ereignisse	67
Reisen zu Konferenzen, Symposien, Workshops und Arbeitstreffen	70
Gäste.....	72
Publikationen.....	73
Vorträge und Posterpräsentationen	77

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Geschäftsführende Direktoren

Prof. Dr. U. Ratzinger

stellvertretend: Prof. Dr. A. Lacroix (bis 30.9.)

stellvertretend: Prof. Dr. J. Jacoby (seit 18.11.)

Emeritierte und pensionierte Professoren

Prof. Dr. R. Becker

Prof. Dr. A. Schaarschmidt

Prof. Dr. H. Klein

Prof. Dr. Dr.-Ing. E.h. D. Wolf

Prof. Dr. A. Lacroix (seit 1.10.)

Professoren, außerplanmäßige Professoren und Hochschuldozenten

Prof. Dr. J. Jacoby

Prof. Dr. U. Ratzinger

Prof. Dr. A. Lacroix (bis 30.9.)

Prof. Dr. A. Schempp

Honorarprofessoren, auswärtige außerplanmäßige Professoren, Privatdozenten und Lehrbeauftragte

Prof. Dr. J. Hesse, HHI Berlin

Prof. Dr. I. Hofmann, GSI Darmstadt

Prof. Dr. H. Klingenberg, Berlin

Prof. Dr. H. Reininger, ATIP GmbH, Frankfurt am Main

PD Dr. H. Podlech

PD Dr. P. Hülsmann, GSI Darmstadt

PD Dr. K. Schnell

PD Dr. J. Struckmeier, GSI, Darmstadt

Dr. Olga Rosmej, GSI, Darmstadt

Gastwissenschaftler

Prof. Dr. R. A. Jameson, LANL, Los Alamos, USA

Dr. S. Minaev, ITEP Moskau, Russland

Dr. V. Turtikov, ITEP Moskau, Russland

Dr. Zhihui Li, IMP Lanzhou, China

Ständige Wissenschaftliche Mitarbeiter, Wissenschaftliche Assistenten und Lehrbeauftragte des Instituts

Dr. A. Bechtold

Dr. H. Podlech

Dr. M. Droba

Dr. R. Tiede

Dr. M. Iberler

Dr. K. Volk

Dr. O. Meusel

Wissenschaftliche Angestellte, Doktoranden und Postdocs

A. Almomani	J. Pfister (mit GSI)
U. Bartz	P. Puppel (mit GSI)
R. Berezov	F. Ranostaj
M. Buschbeck	H. Reichau
L. Chau	T. Rienecker
M. Eichler	A. Saa Hernandez (mit GSI)
G. C. Geis	Dr. K. Schnell (bis 9.9.)
F. Gollas	K. Schulte
M. Heilmann	J. Sun
S. Hernandez	Dr. C. Teske
N. Joshi	J. Ulrich
B.-J. Lee	M. Vossberg
J. Maus	C. Wiesner
N. Müller	O. Wondratschek
J. Otto	C. Zhang

Techn./Verw. Angestellte

D. Bänsch	H. Kronenberger († 23.10.)
K. Brost	I. Müller
T. Harji	S. Müller
A. Hergt	S. Rodrian
J. Jaitner	C. Schleyer
E. Klinder (Altersteilzeit)	K. Werschnik (Erziehungsurlaub)
A. Kreßmann	

Werkstatt

W. Billjött	V. Hammer
E. Binner	G. Hausen (Altersteilzeit)
J. Giesecke	B. Rentsch
K. Göbel	S. Reploeg

Kandidatinnen und Kandidaten für Diplom, Bachelor, Master und Staatsexamen

S. Altstadt	D. Dzafic
M. Amberg	F. Dziuba
M. Birecik	K. Esser
S. Böttger	A. Fedjuschenko
R. Brodhage	D. Ficek
M. Busch	J. Fischbach
F. Chill	F. Heidenreich
H. Dinter	C. Hock

B. Klump
P. Kolb
B. Koubek
S. Kräckmann
A. Lazarus
A. Lieberwirth
C. Lüke
D. Mäder
A. Mayr
A. Metz
B. Neumann
Y. Nie
D. Noll
P. Nonn
C. Ohrnberger
M. Pfaff

F. Plag
J. Rehberg
M. Reichwein
D. Ries
C. Schickedanz
J. Schmidt
S. Schmidt
A. Schönlein
J. Schunk
W. Schweizer
V. Senger
B. Sicherl
D. Thiessen
P. Till
C. Wagner
J. Wiechula

Projektbeschreibungen

Beschleuniger- und Plasmaphysik

(AG Prof. Dr. J. Jacoby, AG Prof. Dr. U. Ratzinger, AG Prof. Dr. A. Schempp)

1 Plasmaphysik (AG Prof. Dr. J. Jacoby)

1.1 Gepulste induktive Erzeugung von VUV-Strahlung

(C. Teske, J. Jacoby, A. Fedjuschenko, J. Wiechula)

Ein aktuelles, von der DFG gefördertes, Forschungsprojekt der Arbeitsgruppe Plasmaphysik, betrifft die Erzeugung und die Diagnostik einer gepulsten induktiven Entladung. Das Projekt ist eine Weiterentwicklung des Vorgängerexperiments, das in den zugehörigen Publikationen als LF ICP (Low Frequency Inductively Coupled Plasma) vorgestellt wurde [1], [2], [3]. Prinzipiell handelt es sich hierbei um ein technologisches Bindeglied zwischen θ -Pinch und induktiven HF-Plasmen. Hierbei wird ein Entladungsplasma durch ein niederfrequentes Induktionsfeld erzeugt. Im Gegensatz zu HF-Plasmen, wo die induzierten Ströme zu klein sind, um fokussierende Magnetfelder aufzubauen, kommt es bei mit Hochstrom gepulsten induktiven Entladungen zu selbstfokussierenden Effekten.

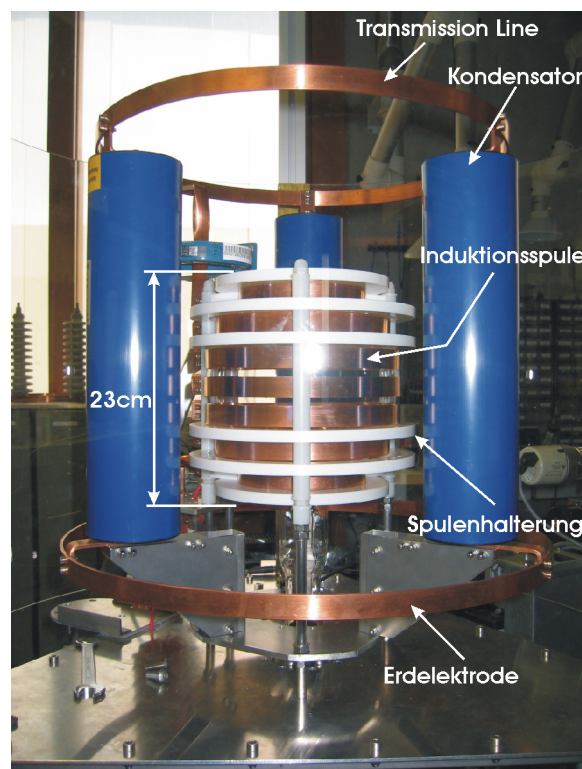


Abbildung 1: Aufnahme des experimentellen Aufbaus zum aktuellen DFG-Projekt

Das aktuelle Experiment ist in Abb. 1 zu sehen und besteht aus einem kugelförmigen Entladungsgefäß mit einem Durchmesser von 20cm und einem Volumen von 4000ml. Die Plasmaanregung erfolgt bei einer Anregungsfrequenz von 13kHz im gepulsten Betrieb. Sieben massive Kupferringe bilden dabei die Koppelschleife, deren Induktivität bei 6.0μH liegt und die zusammen mit einer Kondensatorbank von 27μF einen Serienresonanzkreis bildet. Zur Ansteuerung der Konfiguration wurde zunächst ein *Ignitron* verwendet. Weitere Experimente erfolgten dann mit einem eigens zu diesem Zweck in der Arbeitsgruppe Plasmaphysik entwickelten Thyristor-Stack [4]. Während der Plasmaanregung erreichen die

Spitzenimpulswerte der magnetischen Flussdichte mehr als 600mT , bei maximalen Stromamplituden von bis zu 20kA .

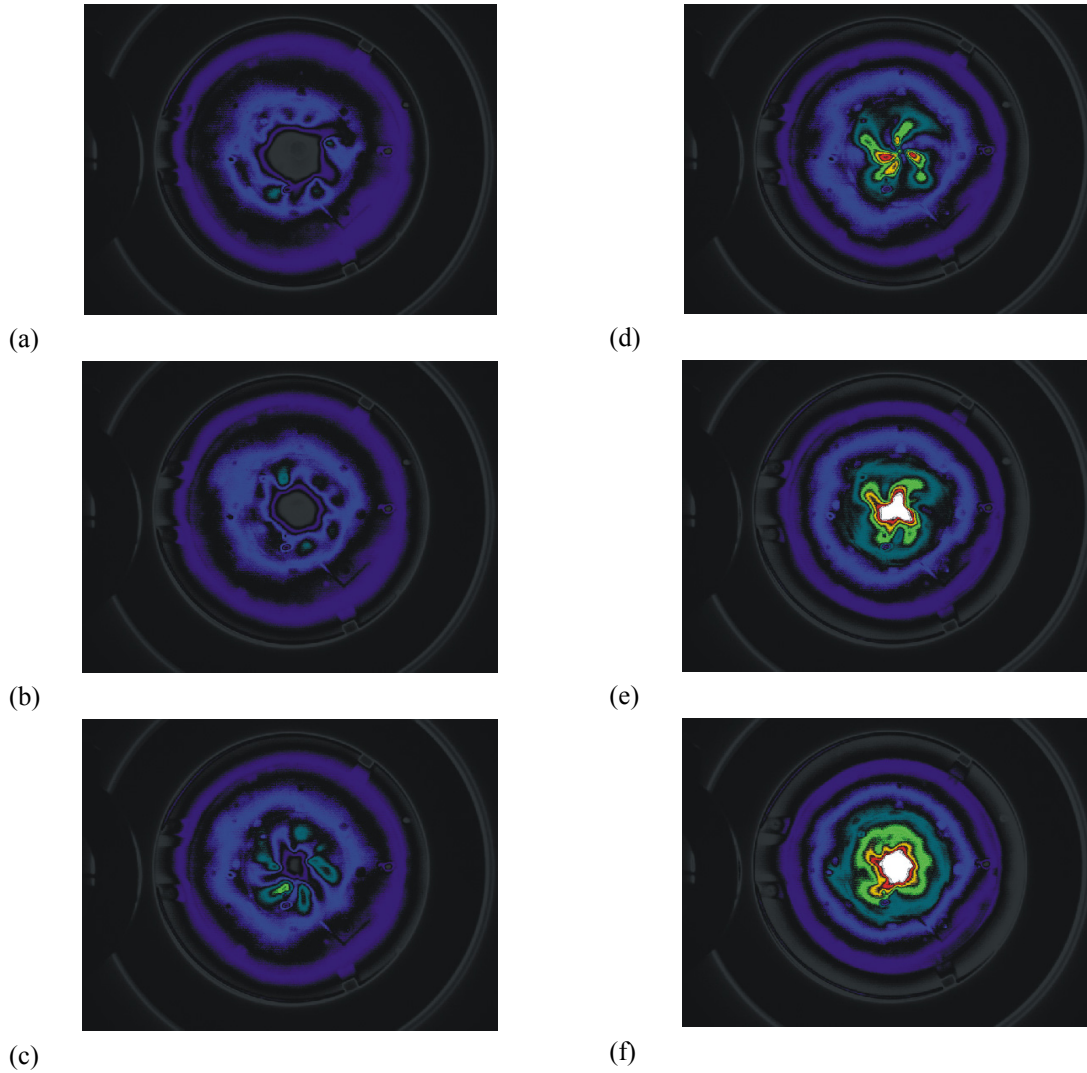


Abbildung 2: Pinchsequenz der Entladung. Die maximalen Spitzenimpulsströme von 15 kA wurden hierbei erzielt. Der zeitliche Abstand zwischen den einzelnen Bildern beträgt 500 ns .

In Abb. 2 ist eine Aufnahmesequenz des Entladungplasmas während der Pinchphase zu sehen. Die Dauer der Sequenz liegt bei ca. $3\text{ }\mu\text{s}$ mit einem zeitlichen Delay von 500 ns zwischen den einzelnen Aufnahmen. Deutlich zu erkennen ist das Ausprägen eines Bereichs höchster Intensität im Entladungszentrum mit einem Durchmesser von etwa 2 cm in Abb. 2(f). Dieses Phänomen steht in zeitlicher Korrelation mit dem lokalen Maximum der im Plasma wirksamen Lorentzkräfte, die sich aus dem Induktionsstrom und dem Induktionsfeld zusammensetzen [5].

$$\mathbf{F} = \int_V dV \mathbf{J} \times \mathbf{B} . \quad (1)$$

Hierbei ist \mathbf{J} die im Plasma induzierte Stromdichte und \mathbf{B} die Flussdichte des Induktionsfeldes. Aufgrund der Relevanz für die angestrebte Anwendung des Plasmagenerators als VUV-Quelle, ist eine Verifikation der Emissionsspektren ein Hauptanliegen der Plasmadiagnostik. Im Gegensatz zu den bisher untersuchten HF-Plasmen

[6] liegen beim LF ICP ausschließlich Emissionslinien von angeregten Ionen vor, was auf einen sehr hohen Ionisationsgrad schließen lässt.

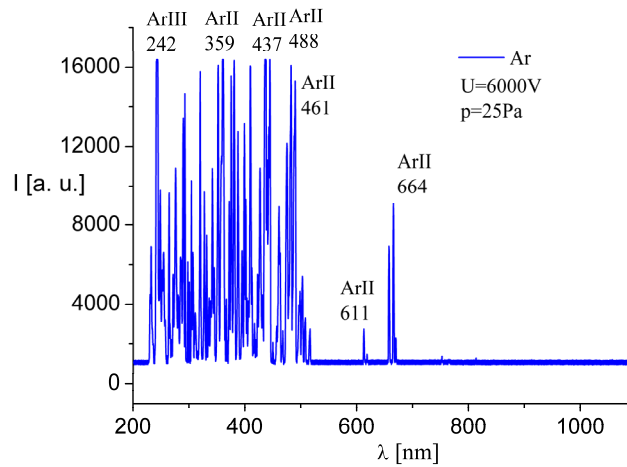


Abbildung 3: Erstes Breitbandspektrum der Entladung. Im Spektrum dominieren die Emissionslinien von ArII und ArIII Ionen, was Rückschlüsse auf einen hohen Ionisationsgrad zulässt. Das Quarzglasfenster schneidet bei ca. 230nm ab.

Wie in Abb. 3 deutlich zu erkennen ist, zeigen die Emissionsspektren des Entladungsplasmas eine maximale Ausprägung im UV Spektrum. Der Nachweis der VUV-Strahlung insbesondere die, gemäß der Theorie zu erwartenden, starken Emissionen bei 72nm und 67nm stehen allerdings noch aus. Hierzu ist der Einsatz eines von der DFG beschafften VUV-Monochromators im Laufe des kommenden Jahres erforderlich.

Von großem experimentellem Interesse war die Ermittlung der Transfer-Effizienz. Hierbei handelt es sich um den Anteil der in den Kondensatoren gespeicherten Energie, die vom Plasma absorbiert wird. Prinzipiell lässt sich die Koppeffizienz durch einen Vergleich der Dämpfungskurven mit und ohne Entladung ermitteln [2], [3], [5]:

$$\eta = 1 - \frac{2R_0}{CU_0^2} \left[\int_0^{t_p} dt |I_1(t)|^2 + \int_{t_p}^{+\infty} dt |I_2(t)|^2 \right]. \quad (2)$$

Hierbei ist der parasitäre Widerstand des Primärkreises durch R_0 gegeben und t_p kennzeichnet den Zeitpunkt der Entladungsinitiierung. Der Primärkreisstrom bis zum Entladungszeitpunkt ist $I_1(t)$ und $I_2(t)$ kennzeichnet die gemessene Kurvenform des Induktionsstromes nach der Entladungsinitiierung. Aufgrund der ausgeprägten Transformatorkopplung erfährt der Primärkreis durch das als Last fungierende Entladungsplasma eine entsprechend starke Dämpfung.

Zur Messung der Transfer Effizienz war eine umfangreiche Diagnostik erforderlich, um den optimalen Arbeitspunkt der Entladung (Bereich maximaler Leistung im Plasma) zu ermitteln. Hier war vor allen Dingen die Abhängigkeit der transferierten Energie als Funktion des Gasdrucks und der Kondensatorspannung von Interesse.

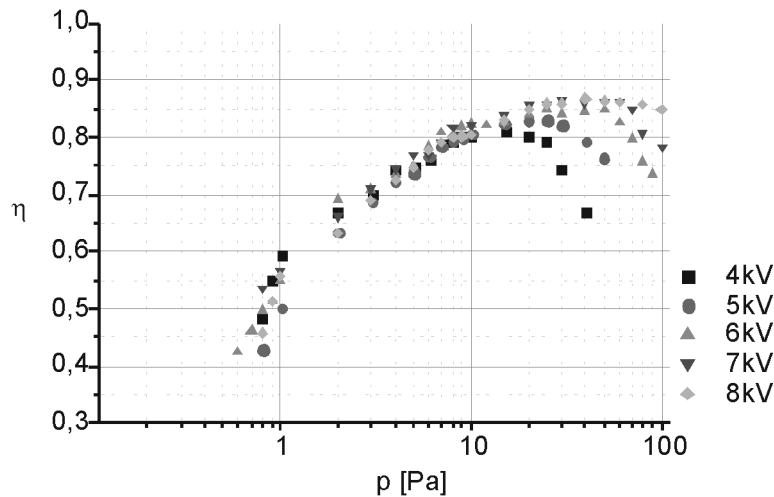


Abbildung 4: Energie-Transfer-Effizienz in Abhängigkeit vom Gasdruck. Die Messung erfolgte bei Ladespannungen von 4kV bis 8kV.

In Abb. 4 sind die zugehörigen Messergebnisse wiedergegeben. Im experimentellen Betrieb konnten rund 85% der in den Kondensatoren gespeicherten Energie in das Plasma eingekoppelt werden. Dabei wurden mittlere Leistungen von mehr als 2MW erzielt [5]. Die Impulsleistungen während der Kontraktionsphase des Plasmas dürften mehr als 10MW überschritten haben. Es konnte zudem festgestellt werden, dass der Arbeitspunkt maximaler Transfer-Effizienz sich bei höheren Ladespannungen zu höheren Gasdrücken verschiebt. Da ein Leistungsmaximum bei höhere Gasdrücke mit größeren Elektronendichten korreliert ist, sollte mit der aktuellen experimentellen Konfiguration eine mittlere Dichte von 10^{23} m^{-3} erzielbar sein.

Aktuelle Messungen beinhalteten eine Dichtediagnostik mit Hilfe eines 0.5 m Monochromators und einer hochauflösenden Kamera. Hierbei wird als Diagnostikgas Argon-Wasserstoff (Ar mit $2\%H_2$) verwendet. Die Verbreiterung der H_β -Linie ermöglichte dann Aussagen über die Elektronendichte im Plasma.

Im Gegensatz zu bisherigen Experimenten soll eine zeitlich aufgelöste Dichtediagnostik durchgeführt werden. Priorität haben hier vor allem Aussagen über die Plasmaparameter n_e und T_e während der Pinchphase des Plasmas und deren zeitliche Entwicklung. Dies ist auch als operative Ergänzung zum Plasmastripperprojekt von Bedeutung, da die Konzeption des Strippers auf die Kenntnis der zu erwartenden Entladungsparameter aufbaut.

Zusammenfassend kann das DFG-Projekt zur Untersuchung der Parameter eines gepulsten induktiven Entladungsplasmas als erfolgreiche Fortsetzung der bisherigen Experimente zum LF ICP betrachtet werden.

Literatur

- [1] C. Teske und J. Jacoby: Einrichtung und Verfahren zur Erzeugung eines Plasmas durch niederfrequente induktive Anregung. Patentanmeldung, Aktenzeichen: DE 10 2007 039 758.7
- [2] C. Teske and J. Jacoby: Pulsed Low Frequency Inductively Coupled Plasma Generator and Applications. IEEE Transactions on Plasma Science. 36, (2008) pp.1930-1936.
- [3] C. Teske, J. Jacoby, W. Schweizer and J. Wiechula: Thyristor stack for low frequency inductive plasma generation. Rev. of Sci. Instr. 80, 03702 (2009).
- [4] C. Teske, B.-J. Lee, J. Jacoby, W. Schweizer and J. Chao Sun: Design and tests of a 13kA-6.5kV thyristor switch for pulsed inductive VUV source. Rev. of Sci. Instr., (Paper Submitted November 2009).
- [5] C. Teske, J. Jacoby, F. Senzel and W. Schweizer: Energy transfer efficiency of a pulsed inductive discharge. Phys. of Plasmas, (Paper Submitted Oktober 2009).

- [6] C. Teske, I. Iberler und J. Jacoby: Density enhancement of an RF plasma in a magnetic quadrupole. Plasma Sources Sci. Technol. 17 (2008) 025014 (7pp).

1.2 Plasmastripper

(C. Teske, J. Jacoby)

Ein zweites Forschungsprojekt (BMBF) der Arbeitsgruppe Plasmaphysik, ist der Aufbau eines Plasmastrippers basierend auf der induktiven Erzeugung eines Entladungsplasmas. Im Gegensatz zu den bisher für solche Zwecke eingesetzten *z-Pinch-Entladungen*, bieten Plasmen mit induktiver Kopplung den Vorteil eines annähernd feldfreien Raums im Entladungszentrum und einer Vorzugsrichtung des Induktionsfeldes entlang der Strahlachse. Als operativer Leitgedanke hinter dieser Idee, ist die Minimierung von unerwünschten Einflüssen auf den Ionenstrahl durch parasitäre Magnetfelder, zu benennen.

Basierend auf den bisherigen Erfahrungen der Arbeitsgruppe mit gepulsten induktiven Systemen, wurde als Stripperzelle ein kugelförmiger Rezipient mit einem Entladungsvolumen von 6000 ml und einem Durchmesser von 23 cm vorgesehen. Der Rezipient wird dabei beidseitig durch zwei CF63-Flansche abgeschlossen. Als Induktionsspule ist wieder eine Anordnung bestehend aus 7 Segmenten angestrebt. Die Kondensatorbank wird verglichen mit dem unter 1.1 vorgestellten Experiment auf insgesamt 75 μF aufskaliert. Momentan wird noch die Frage diskutiert ob die Entladungsenergie auf 3 kJ veranschlagt werden soll, was einer Kondensatorspannung von 9 kV entsprechen würde, oder ob eine Kaskade von insgesamt 10 Kondensatoren mit einer mögliche Spitzenspannung von 18 kV sinnvoll ist, was einer Pulsenergie von 10 kJ entsprechen würde. Die in 1.1 beschriebene Dichtediagnostik soll Anfang kommenden Jahres mehr Klarheit über diesen Sachverhalt bringen. Bei der 10 kJ-Version des Strippers würden die Spulenströme maximalwerte von mehr als 50 kA erreichen und die entstehenden Spulenströme wären mit magnetischen Flussdichten von 2 T verbunden.

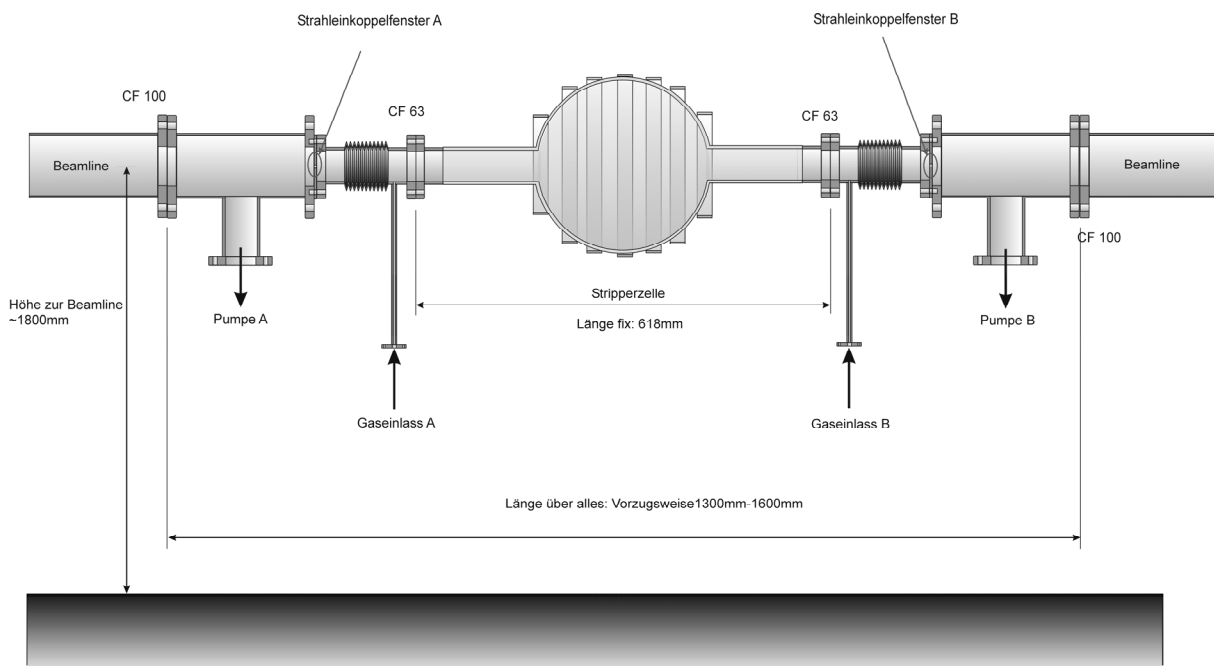


Abbildung 5: Konzept der Stripperzelle mit Strahldurchführung, Gaszufuhr, differentiellem Pumpsystem und Beamline. In der Abbildung nicht Enthalten sind die sonstigen Komponente zur Entladungserzeugung wie Kondensatorbank, Schaltsystem und Fixierung der Zelle.

Die Darstellung in Abb.5 zeigt das Konzept der Stripperzelle und die Anordnung innerhalb der Beamline. Die eigentliche Zelle mit Spulensystem und Kondensatorbank befindet sich momentan in der Aufbauphase. Hierbei ist eine höhenverstellbare Fixierung des Gesamtsystems vorgesehen. Im Anschluss an die Stripperzelle befindet sich eine beidseitige Gaszuführung und die Strahldurchführung mit einem sich anschließendem differentiellen Pumpsystem.

Die ersten Tests mit dem Plasmastripper werden voraussichtlich im Sommer 2010 zunächst im Labor Plasmaphysik durchgeführt. Danach sind erste Experimente an der GSI vorgesehen.

Literatur

- [1] C. Teske, I. Iberler und J. Jacoby: Density enhancement of an RF plasma in a magnetic quadrupole. Plasma Sources Sci. Technol. 17 (2008) 025014 (7pp).

1.3 Dielektrisch behinderte Entladung zur Erzeugung von UV-Strahlung

(Ch. Hock, B. Koubek, B. Klump, A. Schönlein, B.-J. Lee, M. Iberler, J. Jacoby)

Dielektrisch behinderte Entladungen (DBD) zeigen ein sehr vielfältiges Anwendungsspektrum, wie z.B. die Ozonproduktion, für Bleichprozesse in der Papierindustrie, in Plasmabildschirmen, zur Abgasreinigung oder als Pumpquelle für Gaslaser. Als weitere bedeutende Anwendung können DBDs UV-Licht durch Excimerbildung generieren, das zur Behandlung und Reinigung von Oberflächen und zur Wassersterilisation genutzt werden kann. In der Arbeitsgruppe Plasmaphysik, wird an unterschiedlichen Aufgabenstellungen zum Projekt DBD als UV-Lichtquellen zur Wassersterilisation gearbeitet. Zudem besteht eine Kooperation mit der Plasma Devices Technology Group des Central Electronics Engineering Research Institut in Pilani, Indien. Aufgrund der Tatsache, dass laut WHO und UNICEF etwa eine Milliarde der Weltbevölkerung keinen Zugang zu sauberen Trinkwasser haben, gewinnt die Suche nach effizienten Wasseraufbereitungsmöglichkeiten zunehmend an Bedeutung.

Der Aufbau zur Erzeugung einer Barriereentladung besteht im Prinzip immer aus zwei Elektroden und mindestens einem Dielektrikum das entweder auf einer oder auf beiden Elektroden aufgebracht ist, um diese voneinander elektrisch zu isolieren. Zudem kann sich ein Dielektrikum auch zwischen den Elektroden befinden. Die Form und Geometrie der Elektroden kann sehr vielfältig sein. Durch die Wahl der Elektrodenanordnung kann beeinflusst werden, ob es sich um eine Volumen- oder Oberflächenentladung handelt. Unterschiedliche Anordnungen von Elektroden und Dielektrika sind in 6 gegeben.

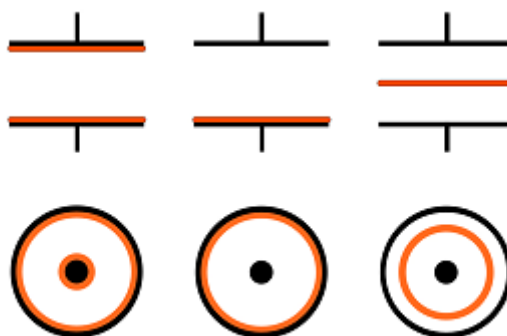


Abbildung 6: Darstellung von planparallelen und coaxialen dielektrischen Barriere Entladungen und deren Anordnung bezüglich der Dielektrika.

Im Rahmen einer Arbeit wurde ein Kabelpulsgenerator entwickelt und untersucht, der zur Erzeugung dielektrischer Barriereentladungen, genutzt wird. Diese Barriereentladung soll zur Wassersterilisation angewendet werden. Als schnelles Schaltelement des Kabelpulsgenerators wurde ein Lorentz-Drift-Schalter (LDS), der ebenfalls in der Arbeitsgruppe Plasmaphysik entwickelt wird, verwendet. Dieser wurde grundlegend auf dessen elektrische Eigenschaften in Bezug auf den Einsatz im Pulsgenerator untersucht. Zur Bestimmung des Arbeitspunktes des Schalters wurde der Verlauf der Durchbruchspannung verschiedener Gase in Abhängigkeit des Drucks aufgenommen. Durch diese Messungen konnte die maximale Haltespannung zum jeweiligen Druck, sowie der optimale Arbeitsdruckbereich des Schalters, der möglichst nahe des Selbstdurchbruchs liegt, ermittelt werden. Es wurde ein Verlauf entsprechend der Abhängigkeit der Paschenkurve bestimmt. Dabei wurde festgestellt, dass sich die Druckbereiche der Gase Argon, Stickstoff und Luft stark von dem des Wasserstoffs unterscheiden.

Weitere wichtige Parameter eines Gasentladungsschalters sind die Delay- und Jitterwerte. Neben dem Delay wurden im Rahmen einer Diplomarbeit erstmals Jittermessungen am LDS durchgeführt. Diese wurden mit den oben genannten Gasen mit unterschiedlichen Triggerpulsen gemessen. Im Wesentlichen wurde ein kürzerer und ein längerer Triggerpuls mit Pulslängen von $1\mu\text{s}$ und $31\mu\text{s}$ verwendet.

Weiterhin fand erstmals der Betrieb des LDS mit Wasserstoff als Arbeitsgas statt. Neben diversen Vorteilen im Entladeverhalten, erlaubt ein Betrieb des Schalters mit Wasserstoff die Verwendung von reversiblen Gasspeichern auf Titan- oder Zirkoniumbasis. Durch beheizen dieser Speicher, geben sie Gas ab und nehmen es beim Abkühlen wieder auf. Dadurch sind abgeschlossene Schaltsysteme, sogenannte Sealed-O-Systeme, für weitere Prototypen realisierbar.

In weiteren Arbeiten zum elektrischen Verhalten und zur optischen Diagnostik von dielektrisch behinderten Entladungen wurde eine Sinusspannung mit bis zu 15kV SS verwendet. Als Entladegas wurde Argon verwendet. Man unterscheidet grundlegend zwei Entladungstypen bei einer DBE. Die homogene und die filamentierte Entladung. Die Filamente bilden sich nach dem so genannten Streamer-Mechanismus und haben eine Lebensdauer von ca. 100ns . Mittels einer Kurzzeitkamera kann die Entstehung und die Dynamik dieser Streamer für verschiedene äußere Bedingungen untersucht werden. Die folgende Abbildung 7 zeigt zwei kurzzeitphotografische Aufnahmen von Streamerentladungen bei den Frequenzen $9,2\text{ kHz}$ und $8,3\text{ kHz}$.

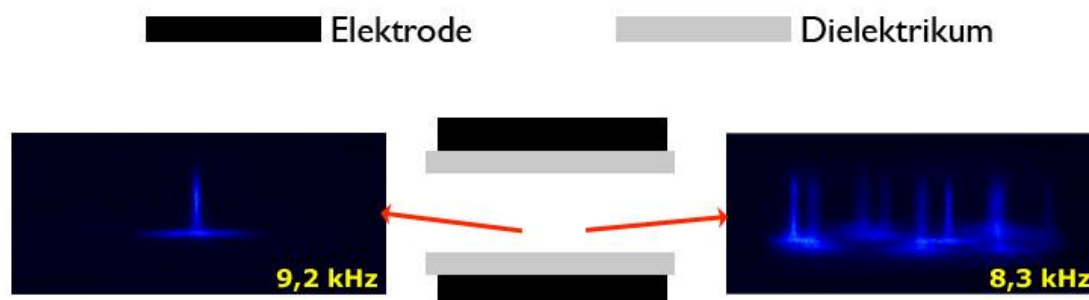


Abbildung 7: Streamerentladungen bei verschiedenen Frequenzen.

Innere elektrische Größen wie Strom und Spannung bei der Entladung sind aufgrund der elektrisch isolierten Elektroden nicht direkt zugänglich. Sie sind jedoch von entscheidender Bedeutung für das Entladungsverhalten. Modelle, welche die Trennung der Ladungsträger im elektrischen Feld beschreiben helfen bei der Bestimmung dieser Größen.

Aufgrund eines relativ hohen Drucks im Gasraum bilden sich Argon-Excimere, die eine Strahlung im Bereich von 126nm emittieren. Mittels einer AXUV Diode und passendem Filter können absolute Messungen dieser Strahlung durchgeführt werden.

Mithilfe von XOOPIC (X11-based Object-Oriented Particle-In-Cell) werden die charakteristischen Entladungsparameter, u.a. die räumliche Anordnung der Partikel, simuliert. Bei XOOPIC handelt es sich um eine PIC-Simulation, wobei „Superpartikel“ in einer definierten Gitterstruktur mit dem angelegten Feld und miteinander interagieren. Hierbei werden die Ionisations-Stöße der einzelnen Superpartikel miteinander durch die Methode der Monte-Carlo-Kollisionen realisiert. Eine Implementierung der Anregungszustände von dem Arbeitgas Argon ist geplant. Als Lösungsverfahren wird ein Mehrgitter-Verfahren verwendet, welches auf der Diskretisierung partieller Differentialgleichungen aufbaut. Dabei ist die Konvergenzordnung allerdings nicht von der Feinheit der gewählten Gitterstruktur abhängig.

1.4 Entwicklung eines Röntgenlasers mit hoher Photonenenergie zur Spektroskopie von hochionisierten Atomen

(A. Mayr, B. Sicherl, J. Jacoby)

Das Projekt **„Entwicklung eines Röntgenlasers mit hoher Photonenenergie zur Spektroskopie von hochionisierten Atomen“** wurde in Kooperation zwischen dem GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung und der Goethe Universität Frankfurt in enger Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Dr. Th. Kühl (Uni Mainz) durchgeführt.

Einer der Forschungsschwerpunkte der GSI ist die Untersuchung der Kernstruktur abseits der Stabilität. Für das Zukunftsprojekt FAIR trägt der Röntgenlaser als wichtiges Diagnostiktool zur Untersuchung von Kernstrukturen bei. Diese werden durch Fragmentierung oder Spaltung der Primärstrahlen des Beschleunigers erzeugt. Der Strahl wird nach Separation von unerwünschten Ladungszuständen im Speicherring NESR gespeichert und gekühlt. Damit können auch kurzlebige Isotope in einer Form akkumuliert werden, die Laserspektroskopische Untersuchungen möglich machen. Neben den Kernmassen, die die Kernbindungsenergien widerspiegeln, ergeben sich aus der Kenntnis von Kernradien, Kernspins und Kernmomenten entscheidende Einblicke in den Aufbau der Kernmaterie. Ein Problem bei der Bestimmung von Kernladungsradien aus Messungen der optischen Isotopieverschiebung besteht in der Schwierigkeit, die Hyperfeinfelder am Kernort zu bestimmen. Diese Schwierigkeit verringert sich aber signifikant, wenn hochgeladene Ionen untersucht werden. Lithiumähnliche Ionen bieten hier ein Anregungsschema, das einen großen Bereich der Elemente erreichbar macht. Mit Hilfe von Röntgenlasern kann man in diesen bisher nicht erschlossenen Bereich vorstoßen. Mit dieser Entwicklung einer neuen experimentellen Methode und Anlage wurde ein wichtiger Beitrag zur Untersuchung der Struktur und des Verhaltens stark wechselwirkender Materie erbracht. Für diese Untersuchungen des Kerns wurde bei der GSI ein Röntgenlaser entwickelt, der mit dem Vorverstärker des PHELIX Lasers betrieben wird. Es konnte gezeigt werden, dass sich mit diesem Aufbau 84 eV an Photonenenergie realisieren ließen. Für weitere Schritte zur Untersuchung der Kernmaterie ist eine Erhöhung der Photonenenergie nötig.

Die Eigenentwicklung eines Detektors zum Nachweis der ultraweichen Röntgenstrahlung erwies sich als nötig, da kommerzielle Detektoren diesen Energiebereich nur peripher erfassen oder andere anwendungsspezifische Nachteile besitzen. Insbesondere mit Blick auf die Wirtschaftlichkeit und einer möglichst geringen Komplexität des Systems ist in Anbetracht der erforderlichen großflächigen Detektoren eine spezielle Entwicklung erforderlich.

Für den Nachweis der Röntgenstrahlung wurden zwei verschiedene Methoden untersucht, bei welchem eines auf Elektronenvervielfacher durch spezielle Halbleiter, und das Zweite auf fluoreszierenden Szintillatoren und Phosphors basiert.

Im Rahmen zweier Diplomarbeiten wurde eine Testkammer für die Erzeugung der später zu beobachtenden ultraweichen Röntgenstrahlung und zur Materialerprobung der verschiedenen Detektormaterialien und -verfahren aufgebaut.

Mehrere auf dem Markt erhältliche Detektoren, -materialien und -verfahren wurden an diesem Teststand auf ihre Tauglichkeit als Detektor in dem gewünschten Energiebereich getestet. Gleichzeitig fanden erste Planungen für die Integration des Detektorsystems in den vollständigen experimentellen Aufbau statt.

1.5 Entwicklung eines koaxialen Hochstrom- und Hochspannungsschalters

(K. Esser, A. Fedjuschenko, J. Otto, T. Rienecker, B.-J. Lee, M. Iberler, J. Jacoby)

Die Arbeitsgruppe „Plasmaphysik“ am Institut für Angewandte Physik befasst sich seit geraumer Zeit mit der Leistungsimpulstechnik. Mit dem Bau der künftigen Generation neuer Hochenergiebeschleuniger, ergeben sich wesentlich höhere Anforderungen an alle Beschleunigerkomponenten, d.h. insbesondere an die Septa, dem neu geplanten magnetischen Horn und Kicker der Injektion/Extraktion und an das sichere Handhaben der im Strahl deponierten hohen Energie durch ein sog. Beam-dump-System. Angesteuert werden die dadurch benötigten Kickermagnete von pulsformenden Netzwerken unterschiedlicher Auslegung. Kernstück ist jeweils der Hochspannungs- bzw. Hochstromschalter, der das Kernelement des pulsformenden Netzwerkes als Bindeglied zwischen Energiespeicher (Kondensatorbank) und der Last (Magnet) bildet.

Die Anforderungen an ein Hochleistungsschaltelement sind ein hoher Ladungstransfer bei gleichzeitig langer Lebensdauer und eine hohe Zuverlässigkeit bezüglich des Triggerverhaltens. Ein gravierender Nachteil herkömmlicher Hochspannungs-Hochstromschalter ist deren begrenzte Lebensdauer infolge von Erosion des Elektrodenmaterials. Entwickelt wird nun ein Schaltsystem, mit dessen koaxialer Elektrodenkonfiguration mittels Lorentzkraft eine laufende Entladung erzwungen wird, wodurch die Kontakterosion stark vermindert wird. Um eine hohe Spannungsfestigkeit zu erreichen, wird der Hochspannungsschalter am linken steilen Ast einer der Paschenkurve ähnlichen Zündspannungskennlinie betrieben. Die Elektroden des Schalters sind koaxial zueinander angeordnet. Die Zentralelektrode ist hierbei die Hochspannungselektrode. Die äußere Elektrode befindet sich auf Erdpotential. Eine zum Auslösen des Schalters benötigte Triggereinheit befindet sich außerhalb der äußeren Elektrode. Im Rahmen der Entwicklung des LDS (Lorentz-Drift-Schalter) für unterschiedliche Schaltleistungen wurden bereits Schalterteststände konzipiert, gebaut und eingesetzt. Im Rahmen mehrerer Diplomarbeiten wurden optische- und elektrische Untersuchungen am Schaltsystem durchgeführt.

Die physikalischen Grenzen eines einstufigen Gasentladungsschalters sind auf eine maximale Haltespannung von 35kV begrenzt. Zur Erhöhung der Spannungsfestigkeit können mehrere Elektroden koaxial zueinander angeordnet werden. Die Kopplung der durch die Triggereinheit bereitgestellten Vorentladung in den Elektrodenzwischenbereich erfolgt durch Löcher die sich in den äußeren Elektroden befinden. Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde ein zweistufiger Hochspannungsschalter entwickelt und untersucht.

Der Elektrodenabstand zwischen den beiden Elektroden beträgt 3mm. Zur Festlegung des Arbeitspunktes des Schalters wurden Messungen bezüglich der maximalen Haltespannung in Abhängigkeit des Druckes durchgeführt. Als Gas wurden für diese Messungen Luft und

Argon verwendet. Die folgende Abbildung 8 zeigt die Durchbruchsspannung in Abhängigkeit des Produktes aus Elektrodenabstand und Gasdruck.

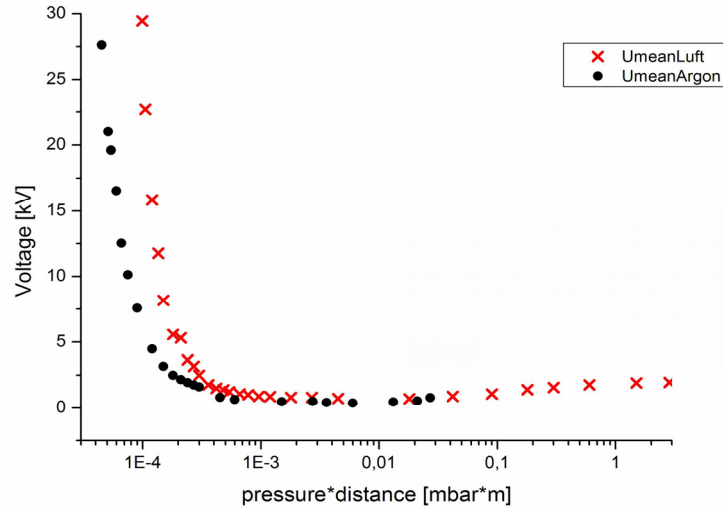


Abbildung 8: Durchbruchsspannung des zweistufigen Schaltsystems in Abhängigkeit des Produktes aus Druck und Elektrodenabstand.

Deutlich ist in Abbildung 8 zu erkennen, dass bei Verringerung des Druckes für beide Gase nach Durchlaufen des Paschenminimums die maximale Haltespannung auf dem linken steilen Ast einer Paschenkurve ähnlichen Verlaufes bis auf Werte über 30 kV ansteigen. Ab diesem Wert wurden die Messungen durch den äußeren Aufbau und der Auslegung der Hochspannungsversorgung begrenzt. Für weitere Messungen ist geplant, die Strom- und Spannungscharakteristik weiter zu untersuchen, um die gewonnenen Erkenntnisse aus dem Zweielektroden-System auf ein Dreielektroden LDS zu übertragen. Weitere Entwicklungen werden an einem Schaltelement zur Ansteuerung eines magnetischen Horns durchgeführt, dass im zukünftigen FAIR-Beschleuniger eingesetzt werden soll. Die Anforderungen an das Schaltelement sind eine Haltespannung von 12 kV, einem Strom von maximal 250 kA bei einer Pulslänge von 350 ms. Um diese hoch gesetzten Ziele zu erfüllen werden mehrere Elektroden des LDS parallel zu betreiben, um somit die in diesem Parameterbereich auftretende hohe Erosionsrate des Elektrodensystems zu meistern.

1.6 Magnetically Delayed Pseudospark Switch

(B.-J. Lee¹, I. Petzenhauser², U. Blell², M. Iberler¹, J. Jacoby¹ and K. Frank³.)

¹IAP, Univ. Frankfurt, ²GSI, Darmstadt, Germany; ³TexasTech University, Lubbock, U.S.A.)

We have investigated the properties of a magnetically delayed pseudospark switch (PSS). One of the challenges in all low pressure gas discharge switches is the reduction of the lifetime due to commutation losses resulting in anode heating. This effect can be minimized by carefully dimensioning the saturating inductors. For many decades, this method has been successfully used for thyatrons. In principle, a saturating inductor prevents current flow until the end of the commutation phase. In contrast to thyatrons a PSS is based on a cold cathode electrode. To reach the low-resistive phase in a PSS, a significant current flow is necessary to allow self-heating of the cathode. A useful compromise has to be found to fulfill these opposing needs.

The test setup is shown in Figure 9. Different saturating inductors are connected in series with the PSS, on the anode side. Three different designs of the FINEMET (FT-3H) pulsed power core types were used. These cores use a thin ceramic insulation to provide a high break down voltage. The properties of the tested saturating inductors are summarized below.

Types	A	B	C
Inductance [μH]	50	250	350
ΔB_{max} [T]	1.7	1.7	1.7
ΔB_{min} [T]	0.8	0.8	0.8
μ_i	20000	30000	50000
Calculated Delay max./min. [ns]	62/29	213/100	213/100

Table 1: Properties of saturating inductors.

The delay time is determined by Faraday's law with a voltage of 10 kV assuming that the voltage is linear with time.

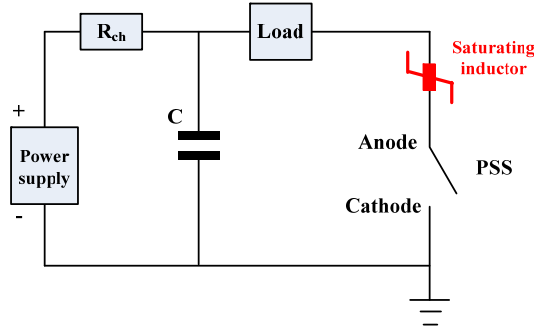


Figure 9: Test setup of the magnetically delayed PSS.

Since the impedance of the inducting cores is large, after closing the pseudospark switch, most of the voltage is present across the cores until they become saturated. As the cores become saturated, their impedance decreases drastically, allowing the discharging current to rise. Subsequently the current flow is delayed, minimizing the switching losses in the gas switch. As can be seen in Table 1, there is a big difference between the maximum and the minimum delay we calculated. This would be unacceptable in most application. The reason for the different values is that the cores were in an undefined state before the measurements depending on the previous experiments. To handle this problem, a reset system is needed, which pre-magnetizes the cores to a negative flux density before the pulse. Such a system was not available when the measurements were performed.

As shown in Figure 10, the commutation losses can be reduced by about a factor six by the right choice of saturating inductors.

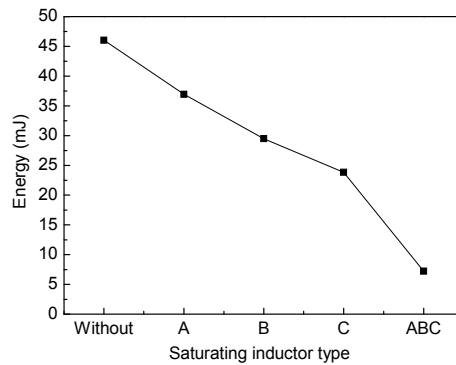


Figure 10: Commutation losses with different types of inductors.

In order to improve the lifetime of the switch by reducing commutation losses of a low pressure gas discharge switch, saturating inducting cores have been series integrated to pseudospark switch circuit. Two important results are observed. One is that the saturating inductor can be useful for the PSS in the same way it is useful for the thyatron switch. The other one is that in our setup the transition behaviour between the pseudospark discharge phases differs from its typical behaviour shown in [1]. This may lead to a better understanding of the physical properties of the pseudospark discharge. To investigate those physical phenomena, the optical investigation with fast shutter photography and some spectral observation will be required.

Further planned experiments of saturating inductors, including a reset-circuit, will be performed with a newly developed muti-gap pseudospark switch which is being tested at GSI and with a CX1671 thyatron.

[1] K. Frank et al. "Spatial and time characteristics of high current, high voltage pseudospark discharges", IEEE Trans. Plas. Sci., Vol. 25, No. 4, pp740-747, 1997.

1.7 Eine Quelle verschränkter freier Elektronen aus symmetrischer Streuung

(Rustam Berezov, Joachim Jacoby, Alice Lieberwirth, Julian Schunk)

Die elastische Streuung von Elektronen ist der grundlegende Prozess in der Plasmaphysik. Ausgehend von der Theorie von Zweikörperstoßprozessen lassen sich Vielkörperprozesse wie z.B. die Bestimmung des Energieverlustes von Ionen in Plasmen oder das Verhalten von stark gekoppelten Plasmen modellieren. Zur Beschreibung von elastischen symmetrischen Streuprozessen wie zum Beispiel von Elektronen an Elektronen (Möllerstreuung), Protonen an Protonen oder Helium an Helium werden quantenmechanische Betrachtungen wichtig. Hierfür können die Teilchen als quantenmechanisch voneinander abhängige Teilchen beschrieben werden, besser bekannt als die Verschränkung von Teilchen.

Die Verschränkung des Spins zweier Teilchen ist ein Beispiel für diese quantenmechanische Eigenschaft. Ist der Spin eines verschränkten Teilchens bekannt, so ergibt sich automatisch der Spin des zweiten verschränkten Teilchens. Dabei hängt die Eigenschaft des einen Teilchens von der Messung des anderen Teilchens ab. Für jedes einzelne der verschränkten Quantenteilchen ist also der Ausgang einer Messung unbestimmt, während die Korrelation von Beginn an feststeht.

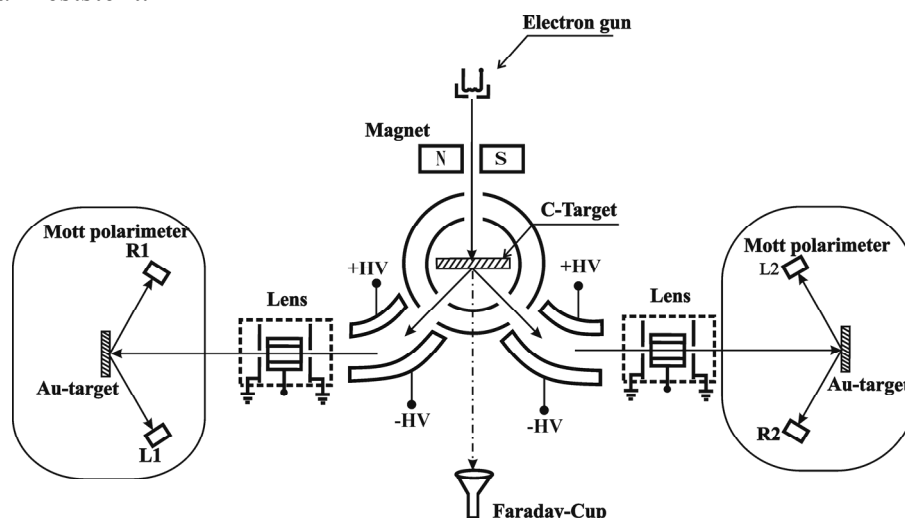


Abbildung 11: Schematischer Aufbau des Streuexperimentes. Durch die quasi-elastische Streuung an einer Kohlenstoffolie wird ein Paar Elektronen erzeugt, die dann durch elektrostatische Ablenker und Einzellinsen zur Spinmessung jeweils in ein Mottpolarimeter geleitet werden.

Zur Überprüfung der Spinverschränkung der Elektronen ist die Messung der nach der Streuung resultierenden Polarisation der Elektronen. Die herkömmliche Methode zur Messung der Elektronenpolarisation basiert auf einer asymmetrischen Streuung an einem Target mit hoher Ladungszahl. Dieser Streuprozess kann zu einer Winkel-Asymmetrie durch eine Spin-Bahn-Kopplung der Elektronen führen.

Für das Moeller-Streuexperiment (Abbildung 11) wurden Elektronen mit Energien von einigen 10 keV durch eine handelsübliche Elektronenkanone erzeugt. Der Strahlstrom konnte zwischen 1 und 100 μA variiert werden. Ein freitragendes Kohlenstofftarget mit einer Flächendichte von einigen $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ wurde als Target für die Streuung verwendet. Nach der Streuung unter einem Winkel von $\Theta_{\text{lab}} = 45^\circ$ ($\Theta_{\text{c.m.}} = 90^\circ$) an Kohlenstoff erreichen die beiden Elektronen die Mottdetektoren. In den Mottdetektoren streuen die Elektronen erneut an einer Goldfolie mit einer Flächendichte von etwa $70 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ (Dicke-36nm). Mit einer zeitlichen Auflösung in der Größenordnung von 2-4 ns erwiesen sich bisher ein Magnum-Elektronenverstärker und ein Plastik-Szintillator gegenüber anderen Detektoren für dieses Experiment als am besten geeignet. Zur Auswertung der Messdaten wurden zwei verschiedene LabVIEW-Oberflächen programmiert. Während ein Modul am Oszilloskop zur Datenerfassung installiert wurde befand sich das Zweite zum Auslesen der Daten extern auf einem Computer, der mit dem Oszilloskop über LAN verbunden war.

Die maximale während der Experimente erreichbare Effizienz zum Nachweis der echten Koinzidenzen der Elektronenpaare (ohne Nachweis der Elektronen in den Mott-Analysatoren) lag bei einem Wert von etwa $\varepsilon = 2 \cdot 10^{-2}$. Für das Gesamt-Experiment mit Polarisationsmessung konnte eine Effizienz von etwa $\varepsilon \approx 10^{-5}$ erreicht werden, wobei sich bei Raten von 1-2 kHz in den Magnum-Detektoren insgesamt eine vierfach höhere gemessene Koinzidenzrate im Vergleich zu den statistischen Koinzidenzen ergab.

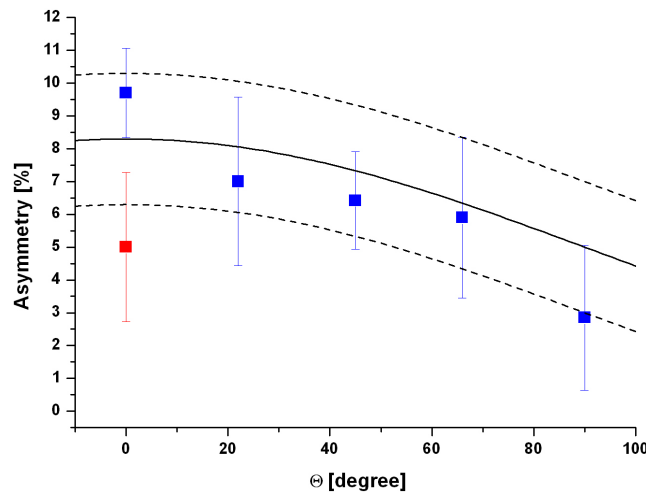


Abbildung 12: Experimentelle Ergebnisse zur Messung der Asymmetrie in Abhängigkeit des Drehwinkels eines Mottdetektors zur Rotationsachse (blaue) zusammen mit dem Ergebnis der ermittelten apparative Asymmetrie (rot). Die schwarze Kurve zeigt den theoretischen Verlauf der erwarteten Koinzidenzen, während die gestrichelte schwarze Linie den möglichen Fehler des Offsets von $\pm 2\%$ darstellt.

Ein entscheidender Test zum Nachweis der Verschränkung der Elektronen wird durch eine Drehung eines der Mottanalysatoren um einen Winkel Θ erreicht. Dabei muss die erwartete Anti-Koinzidenz in der Spinausrichtung der Elektronen verschwinden, wenn zueinander orthogonale Spinkomponenten gemessen werden. Die hier nachgewiesene Verminderung der

Asymmetrie bei einer Drehung um 90° ist in guter Übereinstimmung mit den quantenmechanisch errechneten Ergebnissen.

Die Abbildung 12 zeigt die Ergebnisse unserer Messungen zur Asymmetrie in Abhängigkeit vom Winkel Θ eines Mottdetektors radial um die Symmetrieachse.

Der rote Messpunkt ist die erhaltene apparative Asymmetrie, die durch das Vertauschen eines Gold- durch ein Aluminiumtarget bestimmt worden ist. Die blauen Messpunkte in der Grafik zeigen eine Reduzierung der Asymmetrie bei Erhöhung des Drehwinkels des Mottdetektors. Dieses Ergebnis ist innerhalb der vorliegenden Fehler in Übereinstimmung mit der Quantentheorie, die eine Reduzierung der Asymmetrie auf Null vorhersagt.

Die schwarze Linie der Abbildung 12 zeigt den abgeschätzten theoretischen Verlauf der Koinzidenzen für Zweifachstreuung und den Fehler durch die apparative Asymmetrie. Die Kalibrierung der Mott-Polarimeter wurde an der Universität Mainz durchgeführt, wobei eine Asymmetrieabweichung von etwa 3.3% für vollständig polarisierte Strahlen festgestellt wurde. Der Offset der apparativen Asymmetrie betrug 5% mit einem absoluten Fehler von $\pm 2\%$.

Allerdings ergaben unsere Abschätzungen zur Ungenauigkeit der hier durchgeführten Messungen einen hohen statistischen Fehler. Es kann somit in diesem Experiment bisher nicht sicher zwischen den quantenmechanischen Vorhersagen und den Vorhersagen durch die Bellsche Ungleichung unterschieden werden. Um den statistischen Fehler auf einige Prozent einzuschränken sind wegen der geringen Effizienz des Gesamtexperimentes bisher Messdauern von etwa 100 Stunden pro Messwert nötig, was zu einer Gesamtmessdauer von etwa zwei bis drei Monaten führt. Es erscheint sinnvoller im nächsten Schritt die Effizienz und die Zeitauflösung des Experiments zu erhöhen. Zu diesem Zweck sollten verbesserte Detektoren (Microchannelplates) verwendet werden. Es wird erwartet, dass dadurch die zeitliche Auflösung bis zu einem Faktor 10 gesteigert werden kann, wodurch das Verhältnis zwischen den gemessenen und den zufälligen Koinzidenzen entsprechend gesteigert werden könnte. Eine weitere Möglichkeit zur Steigerung der Effizienz des Experimentes besteht in der Erhöhung der Anfangsenergie der Elektronen. Zum Beispiel wird bei einer Erhöhung der Energie von 32 auf 48 keV eine Steigerung der Effizienz um einen Faktor zwei erwartet, was quadratisch in die nötige Messzeit eingeht.

Zusammenfassend ergeben sich durch den hier begonnenen Aufbau einer Quelle von verschränkten Elektronen neue Möglichkeiten zur Untersuchung fundamentaler quantenmechanische Eigenschaften. Mit den quantenmechanischen Eigenschaften von verschränkten Zuständen lassen sich neue technologische Anwendungen in der Quanteninformationstechnologie verwirklichen, wie das zum Beispiel für Quantenkryptographie gezeigt werden konnte. Weitere moderne Anwendungen verschränkter Systemen lassen sich auch in der Quanten-Teleportation, und für die Telekommunikation in Quantennetzwerken finden.

2 Beschleuniger- und Plasmaphysik (AG Prof. Dr. U Ratzinger)

2.1 Supraleitende Resonatorentwicklung

(H. Podlech, A. Bechtold, M. Busch, F. Dziuba, M. Amberg, S. Altstadt, I. Müller, D. Bänsch)

Die supraleitende CH-Struktur, welche in den letzten Jahren am IAP entwickelt wurde, wurde mehrfach in dem Vertikalkryostaten des Frankfurter Kryolabors getestet. Dabei wurden Gradienten von 7 MV/m erreicht. Aufgrund von mechanischen Vibrationen, die durch Untergrundschwingungen angeregt werden, ändert sich die Frequenz der Kavität. Diese Frequenzänderung ist dabei im Allgemeinen wesentlich größer als die natürliche Breite der Resonanzkurve. Bei den bisherigen Tests wurde die Frequenz des Verstärkers mittels eines Regelsystems der Frequenz der Kavität nachgeregt. In einem Beschleuniger muss aber die Frequenz der Kavität konstant gehalten werden. Deshalb wurde ein Tuningsystem entwickelt, das die Frequenz sowohl langsam als auch schnell regeln kann. Der langsame Tuner übt einen Druck auf die Endzellen aus, um die Kapazität und damit die Frequenz zu ändern. Der Tuner wurde zusammen mit der supraleitenden CH-Struktur in einem horizontalen Kryomodul getestet, wobei ein Frequenzhub von 400 kHz erreicht wurde. Die Abbildung 1 zeigt den experimentellen Aufbau mit Kryomodul und CH-Struktur.

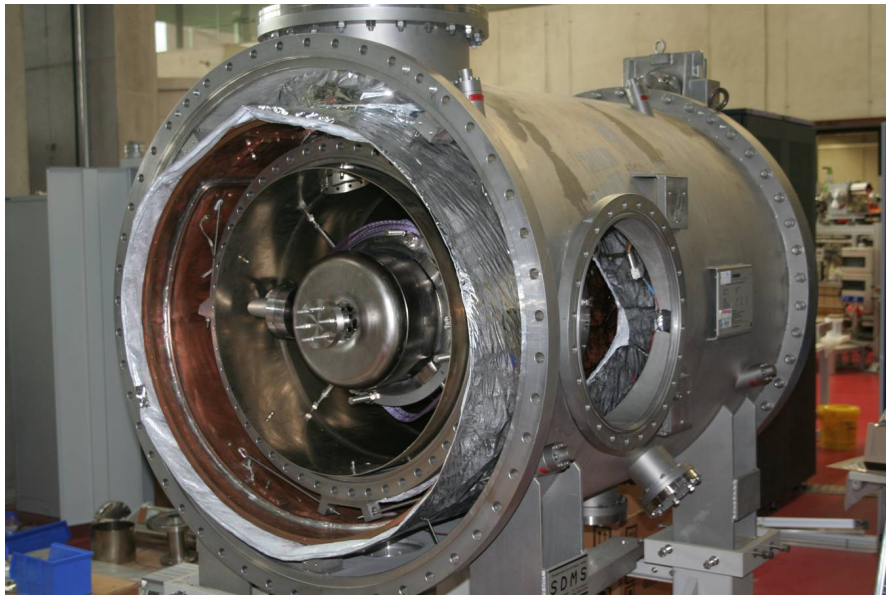


Abbildung 1: Experimenteller Aufbau für die Tests im horizontalen Kryomodul.

Der schnelle Tuner basiert auf Piezokristallen, welche mit der Regelspannung des Kontrollsystems versorgt werden. Die Regelspannung ist dabei proportional zur Frequenzabweichung der Kavität von der Sollfrequenz. Die Abbildung 2 zeigt die Regelspannung, die Spannung der Piezos und das Pickupsignal der Kavität. Die Konstanz der Pickup-Spannung, die direkt proportional zum Feldpegel ist, zeigt, dass der Piezotuner die Frequenz der Kavität konstant hält.

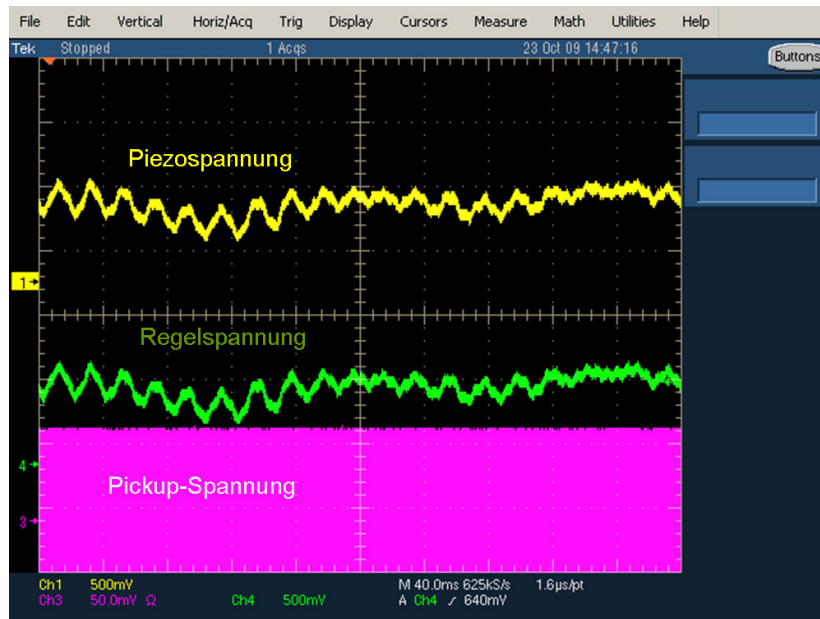


Abbildung 2: Messung der Pickup-Spannung, der Regel- und der Piezospannung. Die Konstanz der Pickspannung zeigt, dass die Frequenz der Kavität konstant gehalten wird.

Nach den erfolgreichen Tests des ersten CH-Prototyps wurde die Entwicklung einer 325 MHz CH-Struktur weiter vorangetrieben. Diese Kavität wurde für eine Teilchengeschwindigkeit von 16% der Lichtgeschwindigkeit optimiert. Es ist geplant, diese CH-Struktur bei GSI mit Strahl nach dem Unilac zu testen. Nachdem das Niob-Material beschafft wurde, wird die Konstruktion zu Beginn von 2010 beginnen. Die Abbildung 3 zeigt die Kavität mit Heliumgefäß.

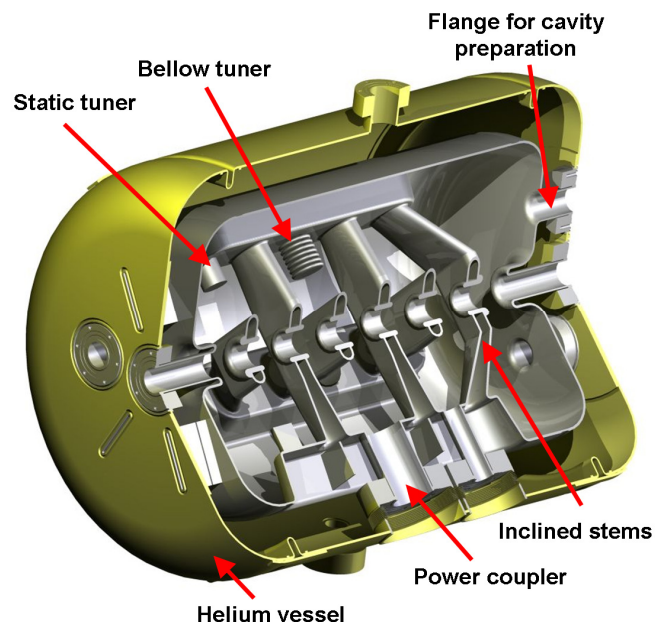


Abbildung 3: 325 MHz CH-Struktur mit Heliumgefäß.

2.2 Normalleitende Strukturentwicklung und Projekte

(R. Brodhage, G. Clemente (GSI), H. Podlech)

Hochstrom-Protonenlinac für GSI-FAIR:

Im laufenden Jahr wurde die gekoppelte Modellkavität zum Tank 2 des 70 MV, 325 MHz Linearbeschleunigers mit HF-Messungen untersucht und modifiziert. Die interne Tripletlinse wurde auf 220 mm Durchmesser erweitert. Konzepte zur Stemeinbringung sowie zur Optimierung der Stemgeometrie und zum Tuning wurden entwickelt. Technische Ausführungen der Gesamtstruktur sind auf einem guten Weg, so dass die Prototyp Kavität mit Beginn des nächsten Jahres in die Produktion gehen kann.

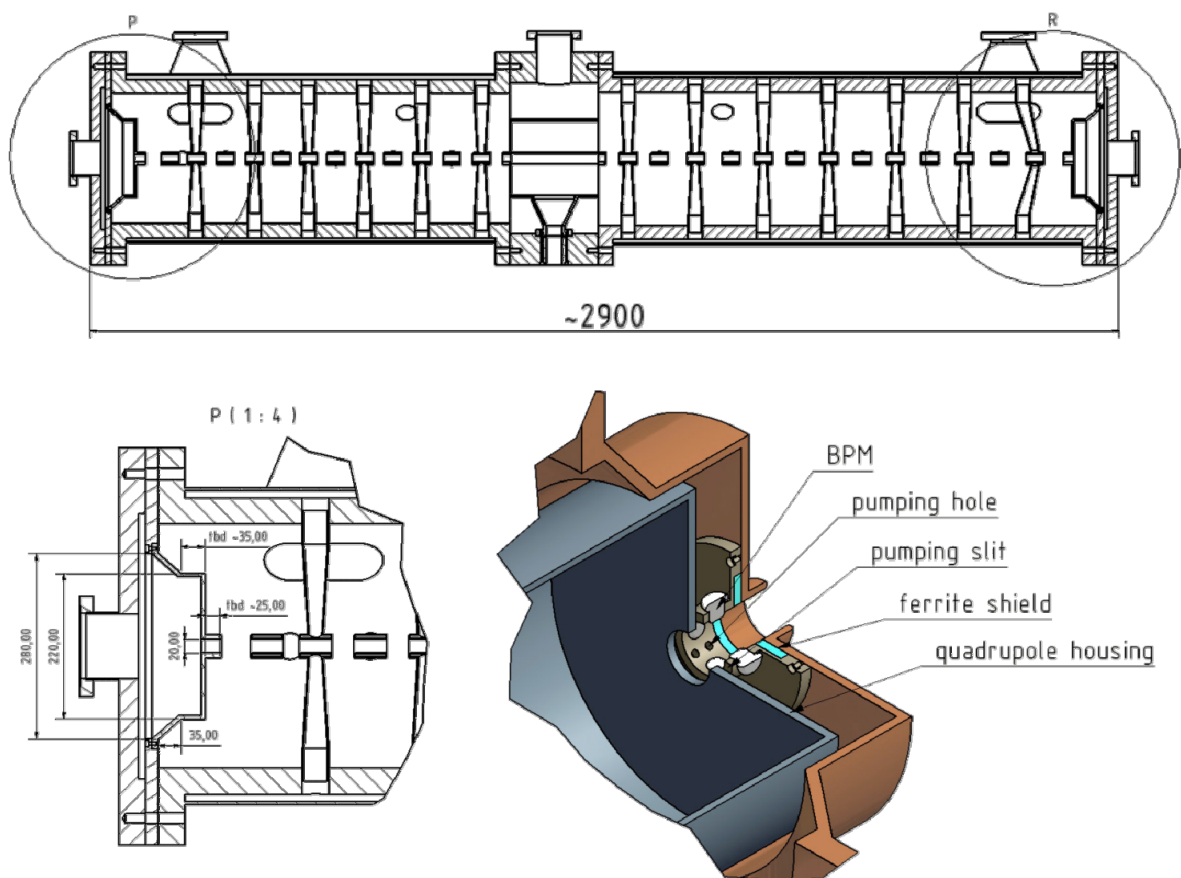


Abbildung 1: Schnitt durch die Prototyp Kavität, sowie zwei Details der Endplatten mit Diagnostik.

BNL- Driftröhrenbeschleuniger:

Der IH-Tank zum Einschuss von Gold-Ionen in den Ionencollider RHIC in Brookhaven wurde fertig ausgelegt und alle wesentlichen Komponenten wurden gefertigt. Die Spannungsverteilung wurde gemessen und abgestimmt, so dass einer Auslieferung an Brookhaven im Januar des nächsten Jahres nichts mehr im Wege steht.



Abbildung 2: Niederenergiesektion des verkupferten IH-Beschleunigers ohne Linse.

2.3 Ionenquellenentwicklung

(J. Jaitner, I. Müller, Y. Nie, W. Schweizer, J. Sun, C. Teske, K. Volk)

Im Jahr 2009 wurden die Entwicklungsarbeiten an der neuen 200 mA H^+ Ionenquelle für das FRANZ Projekt fortgeführt. Nachdem im Frühjahr 2009 die Aufbauarbeiten des 65kV Ionenquellentestterminals inklusive der hochstromtauglichen Diagnosebox abgeschlossen waren, wurde im Anschluss daran die Protonenionenquelle installiert und auf ihre Vakuumtauglichkeit getestet. Schließlich wurde im November erstmals das Plasma gezündet und ein Wasserstoffionenstrahl mit einer Energie von 20 keV erzeugt. Nach einer kurzen aber intensiven Optimierungsphase konnte bereits im Dezember ein Protonenanteil im Ionenstrahl von 75 % (Ziel ist 80 %) bei einem Gesamtstrom von 25 mA erreicht werden. Dies sind viel versprechende erste Schritte die große Hoffnungen auf das Jahr 2010 aufkommen lassen. Abbildung 1 zeigt ein Foto der Ionenquelle mit Diagnosebox, Abbildung 2 das Masse-Ladungsspektrum im Wasserstoffbetrieb.

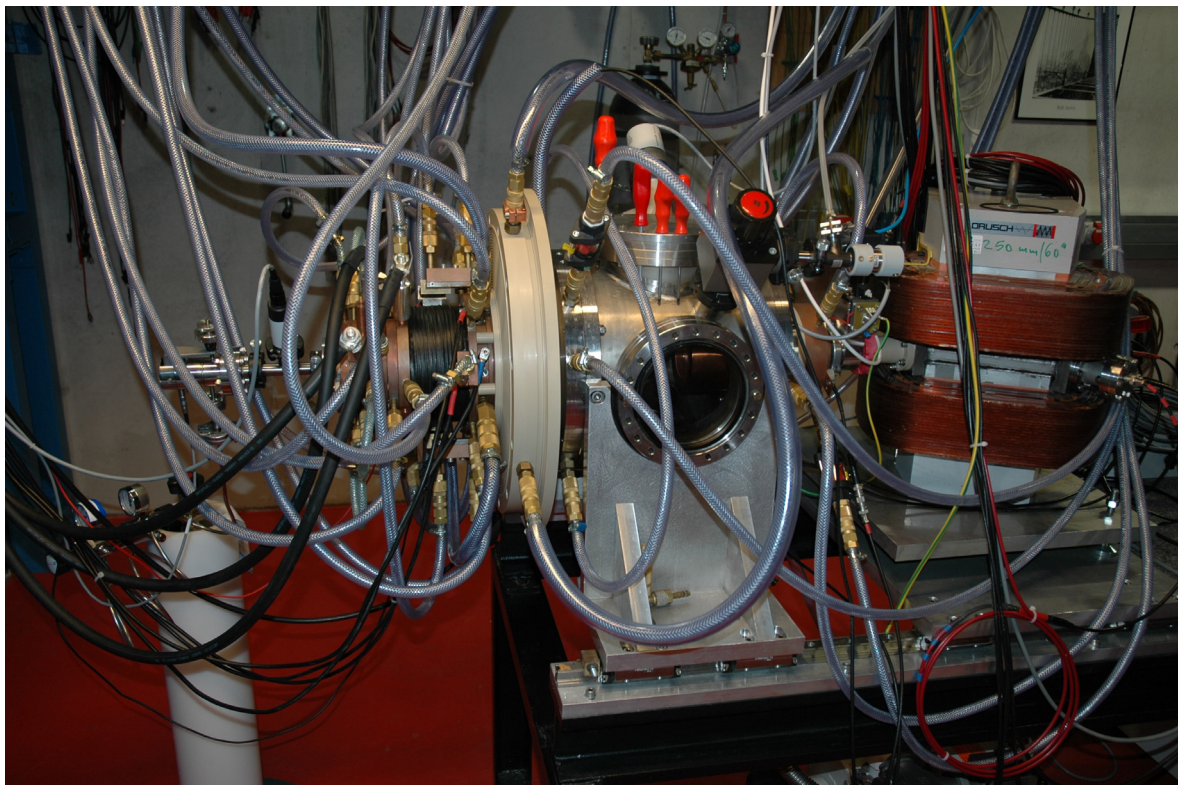


Abbildung 1: Hochstromprotonenquelle für FRANZ mit Diagnosetank.

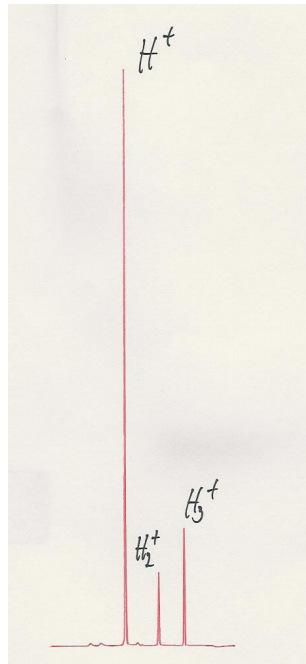


Abbildung 2: Masse- Ladungsspektrum im Betrieb mit Wasserstoff.

Die Verwendung eines Pentodenextraktionssystems erlaubt nicht nur eine Entkopplung der Strahlparameter von der Strahlenergie, sondern auch einen gepulsten Betrieb des Extraktionssystems.

Eine weiteres Ziel ist es, mittels einer gepulsten Ziehelektrode die Erzeugung eines definierten Strahlpulses zu erreichen. Dadurch wird die thermische Belastbarkeit des Extraktors verbessert, sowie eine höhere Standzeit erzielt. Die Entwicklung eines hocheffizienten Schaltungssystems und umfangreiche Tests wurden interdisziplinär durchgeführt. Der Schalter erreicht stabil, zuverlässig und unter Hochspannung eine hohe Anstiegsrate bei einer Repetitionsrate in kHz Bereich.

2.4 Strahldynamik

(*L.P. Chau, G. Clemente (GSI), M. Droba, S. Minaev (ITEP), D. Noll, R. Tiede, C. Zhang*)

Das Strahldynamik-Simulationsprogramm LORASR wird in Wechselwirkung mit den Anwendern fortlaufend verbessert (*R. Tiede*).

Zur strahldynamischen Optimierung des Bunchcompressors für die Frankfurter Neutronenquelle „FRANZ“ wurde eine eigenständige, auf dem CSC-Rechnercluster der Goethe-Universität Frankfurt lauffähige Programmversion entwickelt (*L.P. Chau, M. Droba, D. Noll*). Dazu war es nötig, den Transport durch die Dipole auch mit negativen Bahnkrümmungen zu ermöglichen und das Gitter zur Berechnung der Raumladungskräfte von einer statischen auf eine von der Bunchlänge abhängigen Größe zu ändern. Umfangreiche Simulationen mündeten in einem ersten Design-Konzept des Bunchkompressors, welches für die Auslegung der benötigten Dipole wichtig ist (*L.P. Chau, D. Noll*).

Als weitere Beispiele aktueller Hochstromdesigns auf Basis von LORASR sind der 70 MeV FAIR-Protonenlinac (*G. Clemente*), aktuelle IAP-Designentwürfe für den EUROTRANS-Beschleuniger (*C. Zhang*) sowie der IAP-Vorschlag eines supraleitenden, energievariablen (3.5 bis 7.5 AMeV) Linearbeschleunigers für die Synthese superschwerer Elemente bei GSI-SHIP (*S. Minaev*) zu nennen.

2.5 Hochstromspeicherring

(M. Droba, N. Joshi, O. Meusel, P. Nonn, K. Schulte)

Die Konfiguration des magnetostatischen Hochstromspeicherrings wurde um technische und teilchendynamische Anforderungen zu erfüllen weiter optimiert. Die „Figure 8“ Anordnung bleibt bestehen, neue gerade Sektionen für die Kollisionsexperimente wurden eingeplant. Es wurde die Spulenverteilung angepasst, um möglichst homogenes Feld entlang der geometrischen Achse zu erreichen (Abb.1).

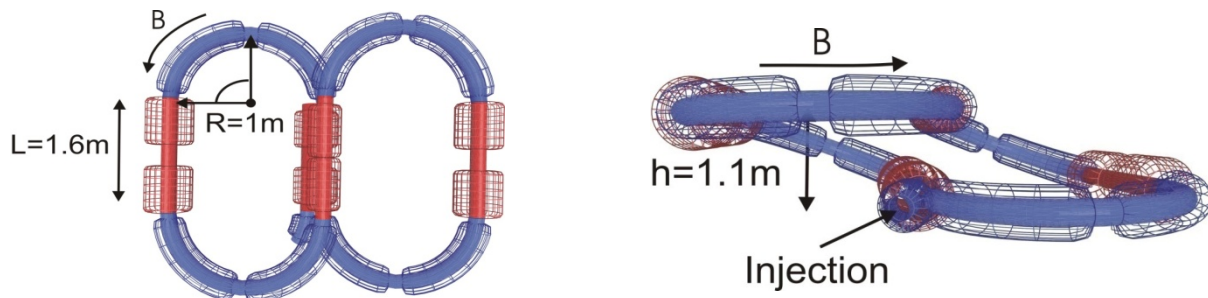


Abbildung 1: Hochstromspeicherring mit geraden Sektionen für die Experimente.

Zu den numerischen und theoretischen Untersuchungen wurden zahlreiche Vorexperimente mit den zwei 30° toroidalen Segmenten durchgeführt. Die optische Diagnose mit einem Phosphor-Bildschirm(P20) für das Mapping-Verfahren entlang der geometrischen Achse des Systems im Vakuum wurde von P. Nonn entwickelt.

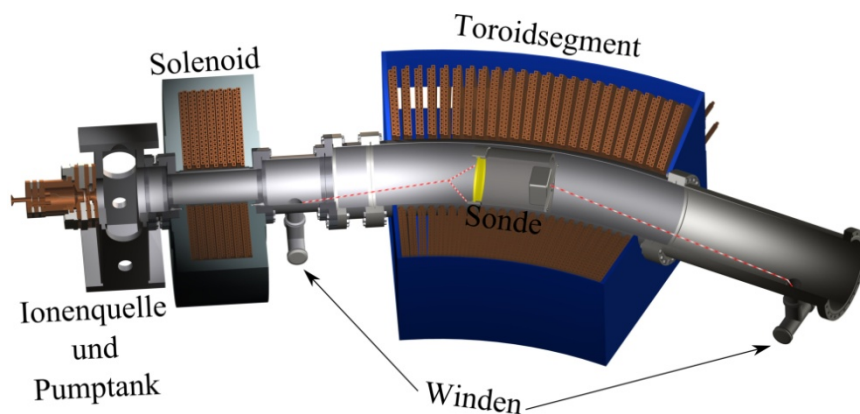


Abbildung 2: Schematische Darstellung des toroidalen Transportexperiments mit der optischen Diagnose.

Ein Blendensystem wurde eingesetzt um die Strahlbewegung im starken Magnetfeld (bis zu 0.6T) besser darstellen zu können und den Einfluss von Sekundärelektronen zu unterbinden (kleinere Produktionsraten). Mit diesem Konzept konnte man gute Messsignale des Ionenstrahles ohne die überlagernde Wirkung der Sekundärelektronen erzielen.

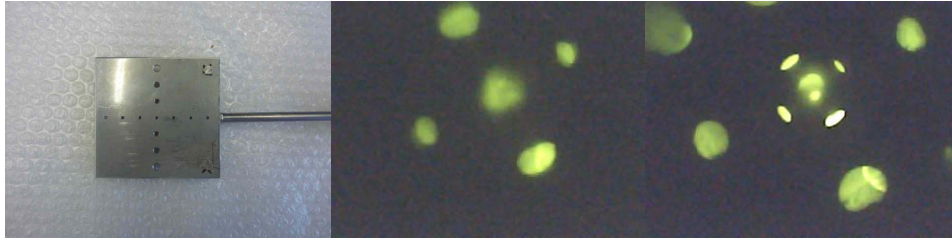


Abbildung 3: Die in Transportexperimenten benutzte Lochblende (links), Abbildung eines He^+ Strahles am Phosphor-Bildschirm (P20) (Mitte), Abbildung eines Kompositenstrahles (p , H_2^+ , H_3^+) (rechts).

Es konnten die vorhergesagten Drift-Bewegungen in vertikaler Richtung, die Rotation um die Strahlachse und die periodische Fokussierung des positiven Ionenstrahles entlang des Transportsystems nachgewiesen werden. Abb. 3 zeigt zwei Beispiele von abgebildeten Ionenstrahlen der Strahlenergie 8keV, und bei Strömen um $I \sim 1\text{mA}$ auf dem Phosphor-Schirm.

Übereinstimmung zwischen den numerischen Simulationsrechnungen und den durchgeführten Transportexperimenten bilden eine gute Grundlage für die geplanten Injektionsexperimente.

2.6 Gabor Plasmalinse

(K. Schulte, L. P. Chau, H. Dinter, M. Droba, N. Joshi, O. Meusel, D. Noll, P. Nonn, F. Plag, H. Reichau, S. Schmidt, C. Wagner, C. Wiesner)

Schon seit längerer Zeit wird am Institut für Angewandte Physik die Verwendung sogenannter Gabor Plasmalinsen, in denen ein einkomponentiges also Nichtneutrales Plasma eingeschlossen wird, zur Fokussierung von Teilchenstrahlen untersucht. Die Qualität der Fokussierung hat ihr Optimum im thermalisierten Zustand der Plasmawolke und dieser ist abhängig von den äußeren Feldern.

Um die Gabor Linse in ihrem Einsatz zu optimieren, müssen zunächst die wesentlichen Prozesse in Nichtneutralen Plasmen verstanden werden. Teilchenfallen wie die Gabor Plasmalinse bieten daher eine gute Möglichkeit, die Plasmaparameter zu bestimmen und Kollektiveffekte zu untersuchen.

Im Labor der Arbeitsgruppe Nichtneutrale Plasmen wurden daher verschiedene Experimente aufgebaut, um die Plasmaparameter zu bestimmen, Diagnosemethoden zu entwickeln und die Fokussierqualität der Gabor Plasmalinse zu untersuchen.

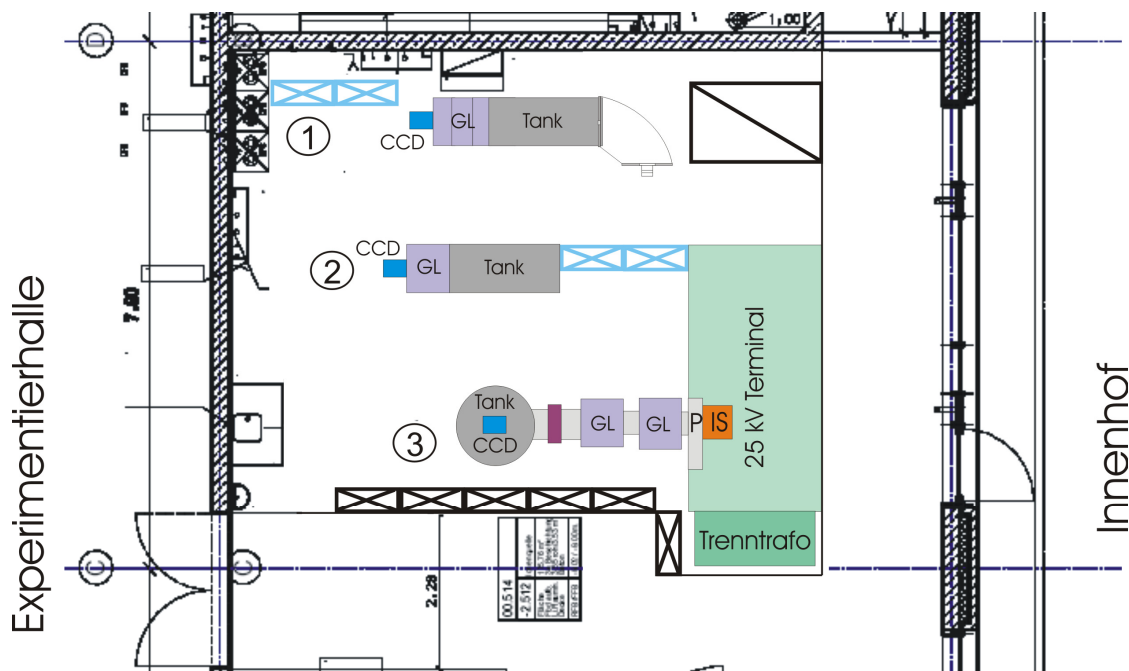


Abbildung 1: Labor der Arbeitsgruppe Nichtneutrale Plasmen mit den Messplätzen 1) - 3).

Messplatz 1)

Für ein einkomponentiges Plasma können übliche Diagnoseverfahren zur Bestimmung der Plasmadichte und -temperatur nicht angewandt werden, denn aufgrund der fehlenden Rekombinationsprozesse und der geringen Elektronendichten liegt kein partielles lokales thermodynamisches Gleichgewicht vor. Daher wurde ein Experiment aufgebaut, um neuartige und zerstörungsfreie Messmethoden für Nichtneutrale Plasmen zu entwickeln. Abbildung 2 zeigt den experimentellen Aufbau, der aus einer optischen Diagnose, dem Impulsspektrometer und einer Faraday Tasse zur Detektion der Verlustionen besteht.

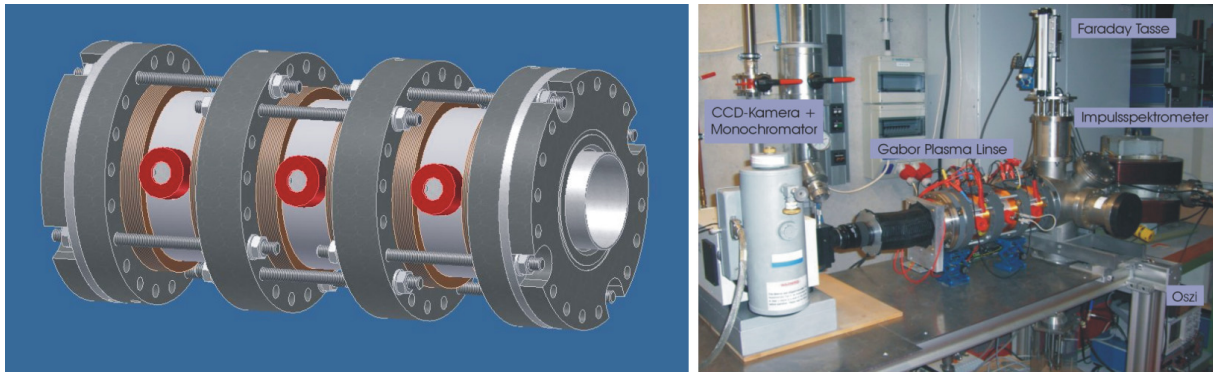


Abbildung 2: Schematische Darstellung der dreigeteilten Gabor Plasmalinse (links) und der experimentelle Aufbau zur Untersuchung diagnostischer Methoden (rechts).

Messplatz 2)

Ein weiteres Experiment wurde aufgebaut, das als Teststand für eine neue Gabor Linse dient, die zur Fokussierung intensiver Schwerionenstrahlen entwickelt wird und Einsatz am Hochstrominjektor der GSI finden soll (siehe Abbildung 3). Desweiteren konnte an diesem Teststand eine Pepperpot Emittanzmessanlage in Betrieb genommen werden, die im Rahmen der Doktorarbeit von J. Pfister aufgebaut wurde. Neben einer optischen, zeitaufgelösten Diagnose, ist nun auch eine Aufnahme der Phasenraumverteilung der Verlustelektronen und –ionen möglich, die Aufschluss über Prozesse innerhalb des Nichtneutralen Plasmas geben soll. Für die neue Hochfeld Gabor Linse, die für das sogenannte Frontend des Hochstrominjektors der GSI entwickelt wird, ist dies besonders wichtig.

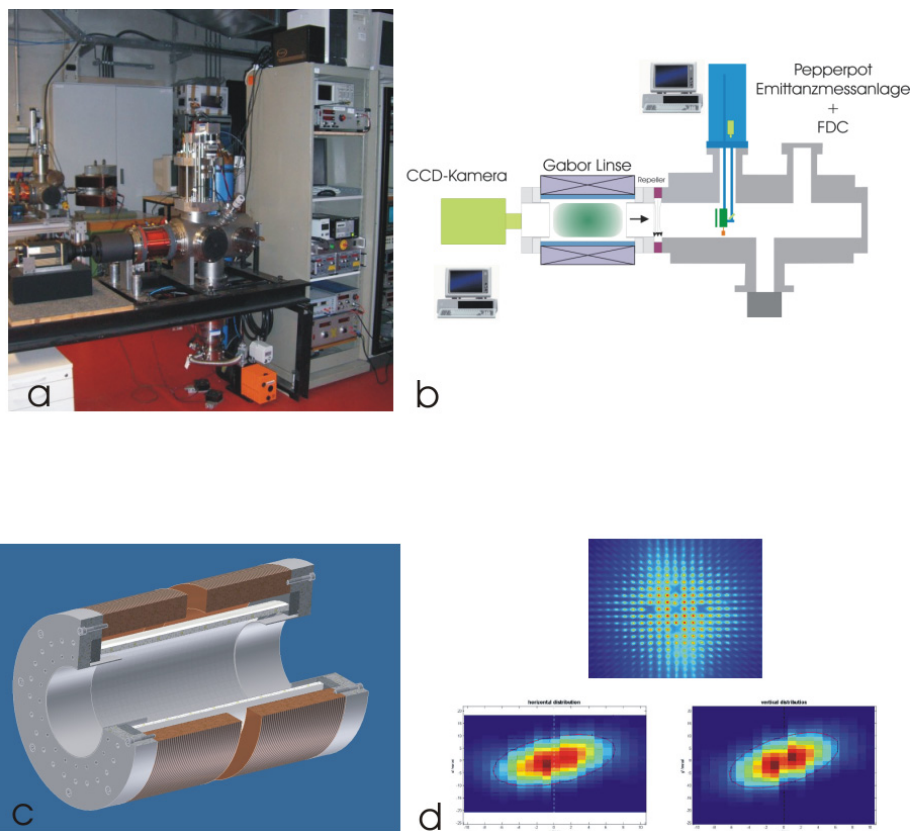


Abbildung 3: a) Teststand zur Untersuchung der Gabor Linse für das HSI Upgrade (aktuell mit kleiner Gabor Linse), b) Schematische Darstellung des Teststands, c) Darstellung des Designs einer Gabor Linse für das HSI Upgrade und d) erste Messungen der Phasenraumverteilung hinter der Gabor Linse.

Messplatz 3)

In einem dritten Experiment wurde eine Beamline aufgebaut, in der zwei kleine Gabor Linsen als LEBT eingesetzt werden. Die Ergebnisse aus den Experimenten 1) und 2) können hier mit Strahl überprüft werden. Außerdem wird im Rahmen der Bachelorarbeit von C. Wagner der Ionenstrahl diagnostiziert, um die für FRANZ geplante Diagnosekammer auszulegen. Desweiteren wird der elektrostatische Deflektor für die Auslegung des Choppersystems für FRANZ im Rahmen der Bachelorarbeit von H. Dinter untersucht (siehe Abbildung 4).

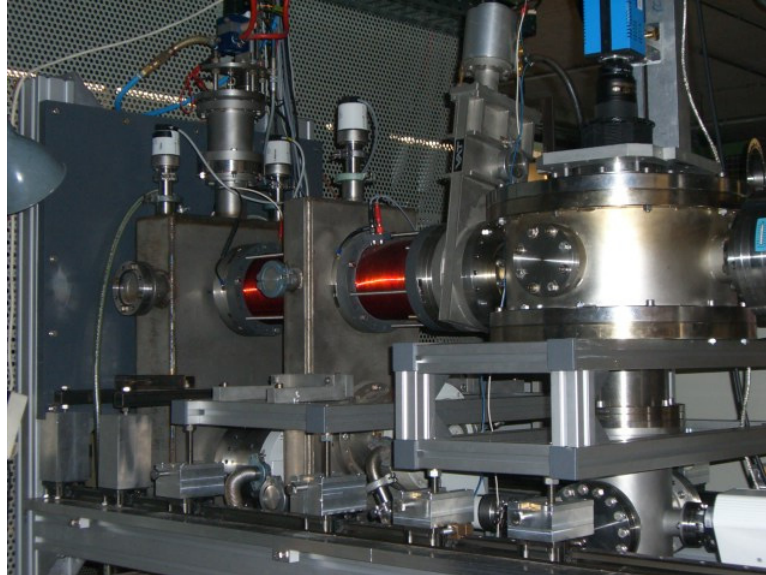
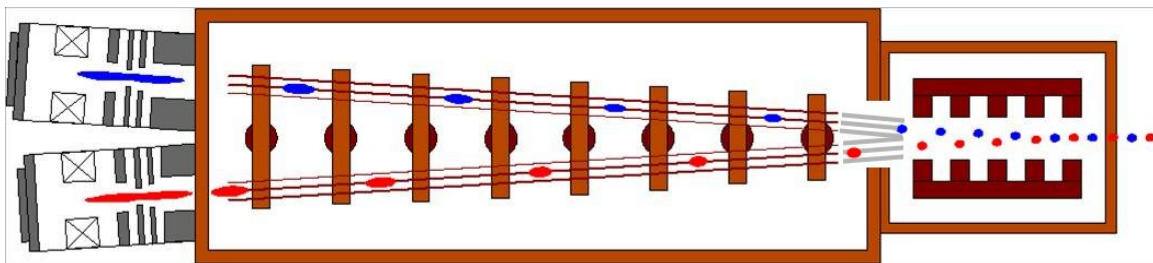


Abbildung 4: Aufnahme der Beamline.

3 Ionenbeschleuniger (AG Prof. Dr. A. Schempp)

Die Arbeitsgruppe bearbeitet das Gebiet der Erzeugung und Beschleunigung von Ionen. Schwerpunkte sind RFQ-Beschleuniger für die verschiedensten Anwendungen von Protonen bis zu Uran, radioaktiven Strahlen und Molekülen für feste und variable Energie.

Im **Funneling-Experiment** wird die Strahlstromerhöhung durch das reißverschlussartige Zusammenführen von Ionenstrahlen zur Erhöhung der Phasenraumdichte in einem Aufbau mit einem Doppelstrahl-RFQ mit nachgeschaltetem Deflektor untersucht. In neuen Experimenten konnte die Verbesserung der Strahlanpassung experimentell demonstriert und durch eine neuartige RFQ-Elektrodengeometrie verbessert werden. Die letzten Schritte zur Verbesserung der RFQ-Eigenschaften waren die symmetrische Abstimmung und Feldeinstellung der neuen Abschnitte der Struktur und Simulationen und Experimente zu einem neuen Transportsystem zwischen Doppel-RFQ und Funneldeflektor. (*N. Müller, P. Kolb*)



Aufbau des Ionenstrahl-Funneling Experiments

Der Aufbau des **Medizin-RFQ für HIT** ist abgeschlossen. Es wurden Strahlexperimente durchgeführt und die Strahleigenschaften bestimmt, die gut mit den Simulationsrechnungen übereinstimmen. Der RFQ wurde am Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg aufgebaut und jetzt in Betrieb genommen, Erste Patientenbestrahlungen haben stattgefunden. Zwei neue RFQs für Anlagen in Marburg und Heidelberg wurden ausgemessen und abgestimmt (*M. Vossberg, P. Kolb, J. Schmidt, A. Lazarus*)

Bei der **GSI** wurde der Abbremsbeschleuniger für **HITRAP** in Betrieb genommen, mit dem Ionen aus dem ESR auf niedrige Energien zur Speicherung in einer Ionenfalle "entschleunigt" werden.

Der Protonenlinac des FAIR Projektes der GSI soll im RFQ-Teil Protonen von 95 keV auf 3.0 MeV beschleunigen. Die Betriebsfrequenz von 325 MHz erforderte Neuentwicklungen bzgl. TD-Design und RFQ-Resonator. (*C. Zhang, M. Birecik*)

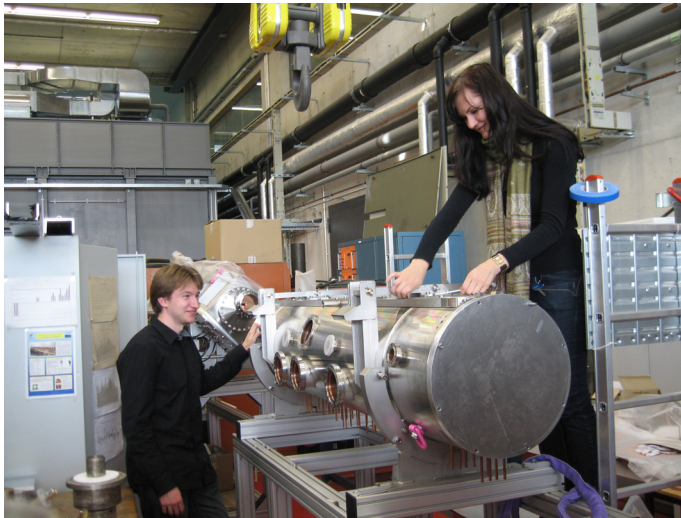
Die neue **EBIS-RFQ** für das Brookhaven National Lab (BNL) zur Intensitätserhöhung des RHIC-Ringes wurde im BNL erfolgreich getestet. Der BNL-Tandem-Beschleuniger und eine sehr lange Strahltransportstrecke zum Ringbeschleuniger wird durch eine EBIS-Ionenquelle, einen RFQ-Beschleuniger bis zu einer Energie von 300 keV/u und darauf folgend einen IH-Beschleuniger ersetzt werden. Dieses kompakte System wird mehr Strom, andere Ionensorten und bessere Brillanz liefern. Die von uns entwickelte EBIS-RFQ hat eine Länge von 3.1 m, Betriebsfrequenz von 100 MHz und soll von 17 bis 300 keV/u beschleunigen. Das max. Verhältnis Masse zu Ladung beträgt $A/q=6.25$. (*M. Vossberg, J. Schmidt*)

Der Prototyp eines neuen Dauerstrich RFQ-Resonators für 108 MHz wurde aufgebaut. Die Hochfrequenzabstimmung, Vakuum- und LowLevel-Tests des 4-Stützen-RFQs sind abgeschlossen. Z. Zt. werden Hochleistungstests vorbereitet. (*U. Bartz*)

Weitere Arbeiten betreffen den Aufbau von speziellen Buncher- und Debuncher Resonatoren für den BNL-EBIS-Linac. Ein kompakter Buncher für 300 keV/u wurde fertiggestellt und im BNL getestet. Ein weiterer Buncher für 3 MeV/u, der direkt vor dem RHIC eingesetzt wird, wird z. Zt. getestet. (*M Vossberg, P Kolb, D. Ries, S. Kräckmann, P. Till*)

Die Arbeiten zum Aufbau des neuen GSI-cw-HLI-RFQs sind abgeschlossen. Beim Einbau bei GSI wurden erste Tests durchgeführt. Bei einem RFQ-Resonator für Lanzhou wurde das Hochfrequenzabstimmung und die Einstellung der Feldverteilung durchgeführt. (*M Vossberg, A. Lazarus, J. Schmidt, F. Chill*)

Der 80 MHz MSU-RFQ für Radioaktive Strahlen wurde aufgebaut. Z. Zt werden Hochfrequenzeigenschaften untersucht und optimiert. (*J. Schmidt, M. Vossberg, P. Kolb*)



GSI-HLIcw RFQ



MSU-RFQ

Die Experimente mit dem Münchner IH-RFQ wurden fortgesetzt. Mit Hilfe eines Dipolmagneten wurde ein Energiespektrum eines Protonenstrahls aufgenommen. Es wurde eine Austrittsenergie von 314 keV gemessen. Die Messung der Transmission ergab 75%, der Rp-Wert des IH-RFQs beträgt $R_p=130 \text{ k}\Omega\text{m}$. (*J. Maus*)

Moderne Beschleunigeranlagen für hohe Ströme verlangen genaue und intensive Untersuchung der Teilchendynamik, um Teilchenverluste gering zu halten und um optimale Designs zu finden. Mit den vorhandenen alten Programmen, die seit den 80ern entwickelt wurden, ist das nicht mehr realisierbar, da dort sehr viele Näherungen eingebaut sind. Um die Felder in realen RFQs möglichst genau beschreiben zu können, wurde ein Poisson-Solver sowohl für die externen, als auch die internen Felder geschrieben und mit analytischen Modellen verglichen. Es wurden hierbei sehr gute Übereinstimmungen gefunden. Im nächsten Schritt werden sowohl verschiedene Simulationsprogramme, als auch verschiedene Raumladungsroutinen miteinander verglichen, um auszuschließen, dass die Optimierung der TD-Designs von den benutzten Simulationswerkzeugen abhängt. (*J. Maus, R. Jameson*)

4 Frankfurter Neutronenquelle am Stern-Gerlach-Zentrum

(L.P. Chau, M. Heilmann H. Podlech, U. Ratzinger, A. Schempp, C. Wiesner, S. Schmidt, K. Volk, O. Meusel, D. Bänsch, I. Müller, J. Jaitner, S. Rodrian)

FRANZ benötigt einen intensiven Protonenstrahl zur Erzeugung der Neutronen. Für die Entwicklung der Protonenquelle wurde ein separates Quellenlabor eingerichtet und gegen Ende des Jahres wurde die Hochleistungsquelle installiert und erste Funktionstests durchgeführt (s. Ionenquellenentwicklung). Erst nach umfangreichen Tests ist die Installation der Protonenquelle am Hochspannungsterminal vorgesehen. Hierzu wurden bereits Vorkehrungen getroffen, z.B. indem die für den Betrieb der Quelle benötigten Netzteile mit Hilfe von Lichtleiterkabeln mit dem Kontrollraum verbunden wurden. Für eine Abnahme des Hochspannungsterminals durch den Strahlenschutz der Universität sind noch Arbeiten nötig, die bis Mitte nächsten Jahres abgeschlossen sein sollten. Für die Verbindung der Protonenquelle mit der ersten Strahltransportsektion wurde eine spezielle Aufnahme konstruiert und durch die Fa. NTG GmbH angefertigt, die es ermöglichen wird, die Ionenquelle so auszurichten, dass der Protonenstrahl ohne Winkel- und Ortsversatz in die LEBT-Sektion injiziert wird.

Der Strahltransport wurde für den niederenergetischen Teil des Injektors numerisch optimiert, insbesondere konnte dadurch der Chopper geometrisch ausgelegt werden.

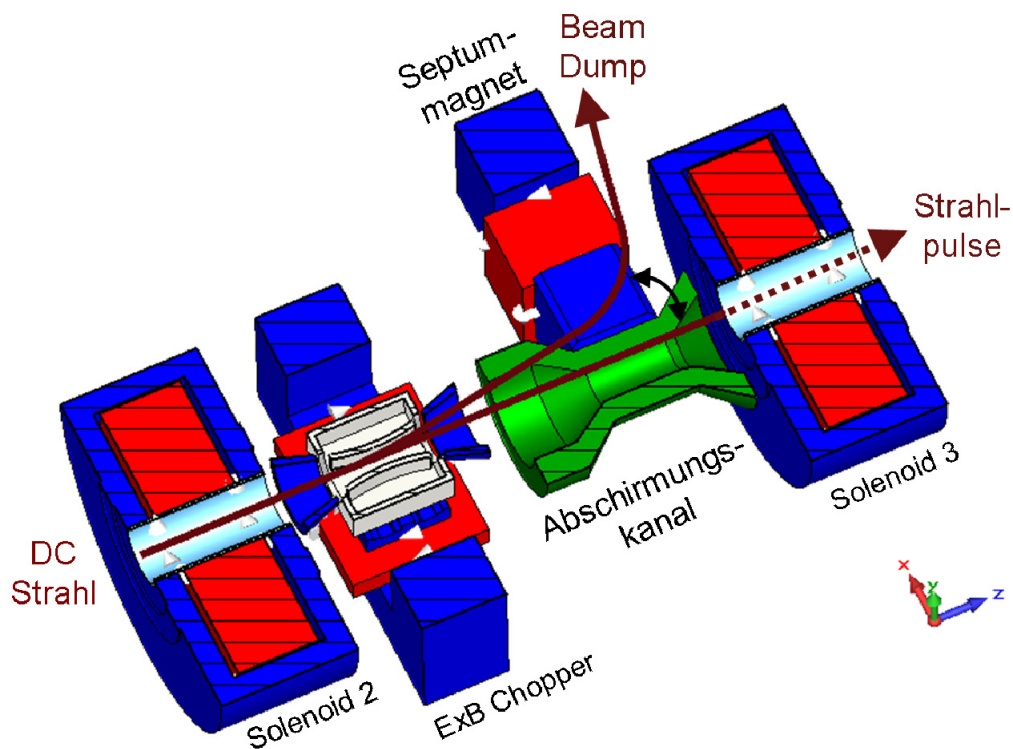


Abbildung 1: Schnittansicht des Choppersystems bestehend aus Chopperdipol mit internem elektrischem Deflektorsystem, Septummagnet und einem magnetisch abgeschirmten Kanal.

Für die Erzeugung der 20kV-Hochspannungspulse wurde ein von der Industrie angebotenes HF-Modul an die geforderten Parameter angepasst, das hinsichtlich der Betriebszuverlässigkeit und der Qualität der Hochspannungspulse sehr gut geeignet ist. Pulse mit einer Amplitude von $\pm 6\text{kV}$ konnten bei einer Wiederholrate von 250kHz bereits experimentell realisiert werden. Die geometrische Auslegung der Deflektorplatten und deren Einfluss auf den Ionenstrahl, die Hochspannungstauglichkeit, und die Hochfrequenzeigenschaften konnten am Strahlteststand (s. Abschnitt 2.6) experimentell

untersucht werden. Hier wurden auch Kalibriermessungen mit einer CCD-Kamera durchgeführt, die es ermöglichen soll, über tomographische Verfahren die 4D-Phasenraumbelegung des intensiven Protonenstrahles zu vermessen, ohne dass dabei Messequipment den Strahltransport stört.

Die LINAC-Sektion für das FRANZ-Projekt besteht aus einem 4-Rod-RFQ, der sich bereits in der Fertigung befindet, der IH-Struktur und einem Rebuncher. Um Kosten zu sparen, wird nur ein HF-Sender für die Beschleuniger RFQ und IH verwendet. Der Sender wird am RFQ installiert und die IH-Struktur wird über eine galvanische Kopplung zum Schwingen mit angeregt. Der 4-zellige Rebuncher des FRANZ-Projekts hat zum einen die Aufgabe, die Bunche final zu definieren und zum anderen die Endenergie für den experimentellen Betrieb entsprechend einzustellen. Der finale Strahl für das Experiment wird nach Verlassen der LINAC-Sektion an den Bunchkompressor übergeben.

Die Konzeption und das Design des IH-Beschleunigers für das FRANZ-Projekt konnte in diesem Jahr abgeschlossen werden. Einer Ausschreibung steht somit nichts mehr im weg. Die IH-Struktur ermöglicht einen Energiehub von 1,3 MeV mit 8 Zellen. Zur Lagekorrektur des Strahls ist am Anfang der Struktur ein Steerer notwendig. Außerdem wird ein internes Quadrupoltriplett verwendet, um den Strahl am transversalen Auseinanderlaufen zu hindern. Aufgrund des benötigten Energiehubs und der geringen Länge der IH-Struktur erhöht sich die Verlustleistung auf 50 kW. Diese Verlustleistung wird in Form von Wärme durch eine ausgeklügelte Wasserkühlung abgeführt. Die Wasserkühlung ist sowohl in der Tankwand, wie auch in den Rippen, Stützen und Driftröhrchen enthalten, um die anfallende Temperaturerhöhung abführen zu können.

Für FRANZ werden insgesamt drei Rebuncher-Kavitäten benötigt, um den Protonenstrahl longitudinal zu fokussieren oder eine Energievariation des Strahles zu ermöglichen. Die CH-Struktur wurde im Rahmen einer Diplomarbeit und der Multiaperturrebuncher im Rahmen einer Bachelorarbeit ausgelegt, so dass im nächsten Jahr die Konstruktion erfolgen kann. Insgesamt kann damit gerechnet werden, dass der Beschleuniger bis Mitte 2011 gefertigt sein wird.

Mit einer Kombination aus bestehenden und neu geschriebenen Computercodes konnte die Strahldynamik für den Bunchkompressor berechnet werden und eine optimale Anordnung der Komponenten gefunden werden.

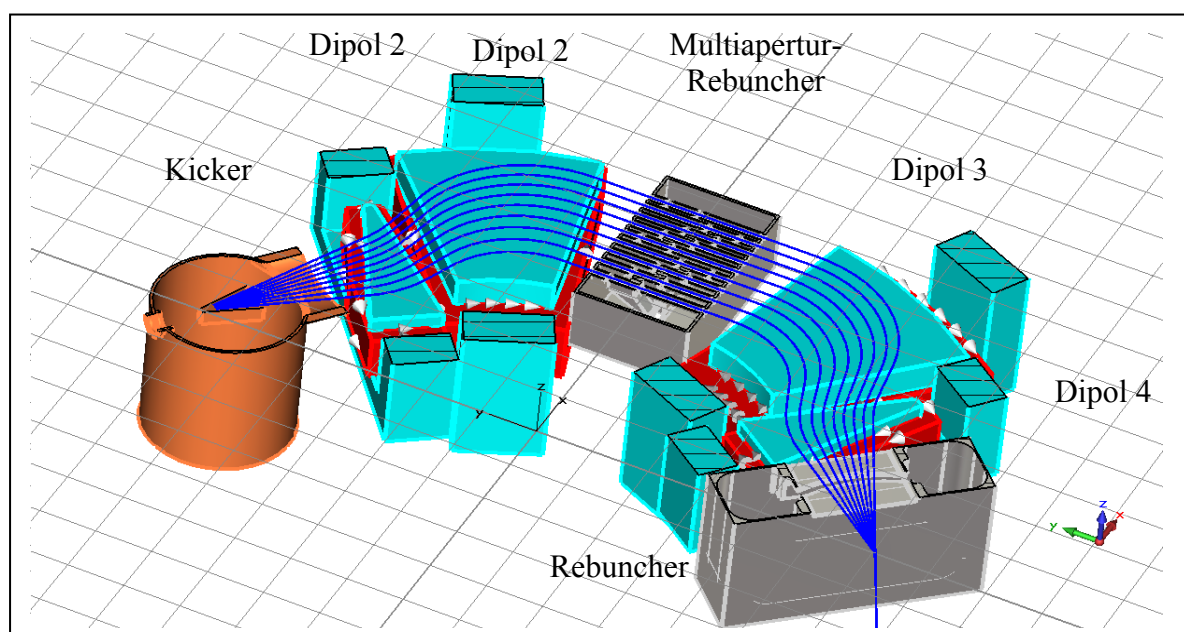


Abbildung 2: Schnittansicht des Bunchkompressors bestehend aus Kicker, Dipolschikanen und den beiden Rebuncherkavitäten.

Damit ist es jetzt möglich, die einzelnen Komponenten auszulegen und ihren Einfluss auf die Strahlqualität zu untersuchen. In einem nächsten Schritt soll die Dynamik der erzeugten Neutronen als Funktion der Beschleuniger- und Kompressorparameter untersucht werden, um eine sehr gute Zeit- und Energieauflösung bei gleichzeitig hohen Neutronenflüssen zu erreichen.

Neben dem Beschleuniger wurde auch an der Infrastruktur und insbesondere an der Abschirmung gearbeitet. Neben der strahlenschutzrelevanten Auslegung wurde auch der begrenzte Platzbedarf in der Experimentierhalle berücksichtigt. So sollen zum Beispiel die Senderverstärker auf dem Dach der Abschirmung, deren Baubeginn im Februar nächsten Jahres geplant ist, installiert werden.

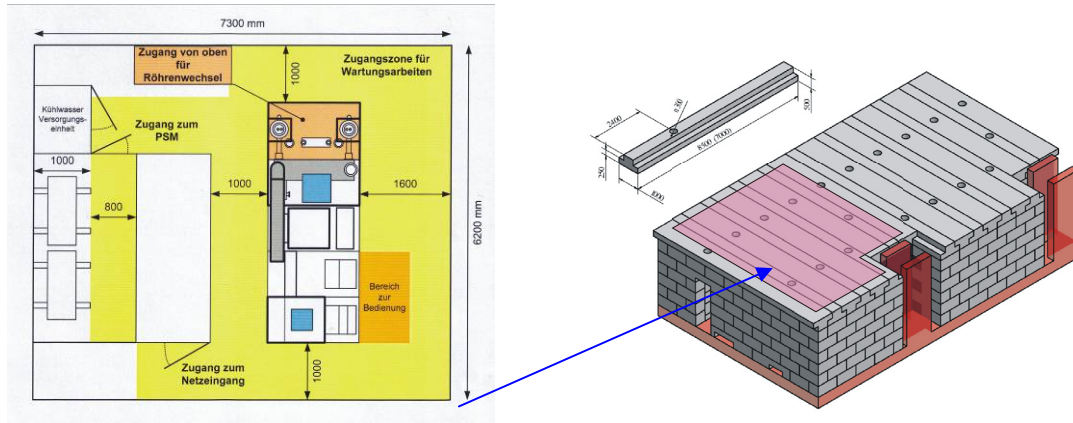


Abbildung 3: Darstellung des Flächenbedarfs des HF-Senders (links) und Gesamtansicht der Abschirmkonstruktion mit Kennzeichnung des Flächenbedarfs für den Senderverstärker (rechts).

1 Digitale Signalverarbeitung und Akustik (AG Prof. Dr. A. Lacroix)

1.1 Zeitvariable Modellschätzung:

(K. Schnell, A. Lacroix)

Für die Sprachanalyse und -synthese werden in der Regel Modellschätzungsalgorithmen verwendet, die einen stationären Prozess zugrunde legen. Diese Vereinfachung wird vorgenommen, da dadurch die Schätzung analytisch lösbar ist. Da der Sprachproduktionsprozess instationär ist, bilden zeitvariable Modelle den Sprachproduktionsprozess genauer ab, wofür allerdings Schätzverfahren für zeitvariable Systeme benötigt werden. Für die Sprachanalyse sind zwei neue Algorithmen für zeitvariable Kreuzgliedstrukturen mit Reflexionskoeffizienten entwickelt und auf der ICASSP-2009 vorgestellt worden.

Der erste Algorithmus verarbeitet das Sprachsignal segmentweise von links nach rechts und zeichnet sich durch eine geringe Laufzeit mit kurzen Segmenten aus, sodass er auch für eine Echtzeitverarbeitung geeignet ist. Hierfür wird eine zeitvariable Parametertrajektorie geschätzt, die über das zu analysierende kurze Segment in vergangene Segmente hineinragt. Aus der Trajektorienschätzung, die analytisch gelöst werden kann, ergeben sich die Koeffizienten für das jeweils aktuelle Segment. Durch die Einbeziehung einer zeitvariablen Trajektorie für die kurzen Segmente kann eine robuste Modellschätzung mit einer gleichzeitig hohen Zeitauflösung erzielt werden. Abb. 1 zeigt die geschätzten Modell-Betragsgänge eines mit babble noise (Hintergrundstimmen) gestörten Sprachsignals. Es ist zu erkennen, dass die Betragsgänge mit der zeitvariablen Schätzung von Abb. 1(a) deutlich glatter ausfallen als die der zeitinvarianten Schätzung von Abb. 1(b).

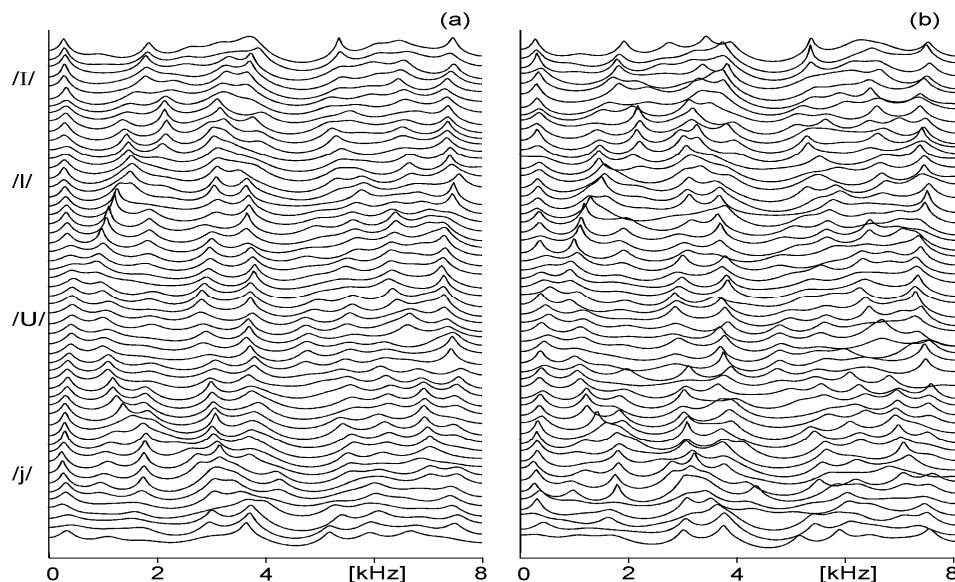


Abbildung 1: Geschätzte Modell-Betragsgänge des Wortes „Juli“ mit überlagertem babble noise: (a) Ergebnisse der zeitvariablen Prädiktion und (b) der linearen zeitinvarianten Prädiktion.

Der zweite Algorithmus benötigt das vollständige Signal für die Analyse und schätzt iterativ von einer initialen Anfangskonfiguration eine zeitvariable Parametertrajektorie. Hierfür werden analytische Teillösungen verwendet, die eine Trajektorie eines Segmentes optimal schätzen unter der Bedingung, dass die Trajektorien der Nachbarsegmente bekannt sind. Abb. 2 zeigt eine resynthetisierte Sprachäußerung unter Verwendung der initialen Parameter und der Parameter nach wenigen Iterationen. Die stimmhafte Modellanregung ist eine künstliche Anregung, die unabhängig von dem analysierten Sprachsignal ist. Die initiale Modellschätzung basiert auf stabilen Lösungen der zeitinvarianten Prädiktion der Kovarianzmethode. Die Kovarianzmethode hat im Gegensatz zur Autokorrelationsmethode den Vorteil, dass sie genauere Modellschätzungen liefert; sie besitzt allerdings den Nachteil, dass sie weniger robuste Schätzungen erzielt und gelegentlich unbrauchbare Lösungen ergibt. Es ist in Abb. 2(a) zu sehen, dass das resynthetisierte Sprachsignal mit den Lösungen der Kovarianzmethode Artefakte (siehe Pfeil) aufweist. Wenige Iterationen des vorgestellten Algorithmus ergeben Parametersätze, die keine Artefakte für die Synthese hervorrufen, wie auch an dem Beispiel in Abb. 2(b) zu sehen ist.

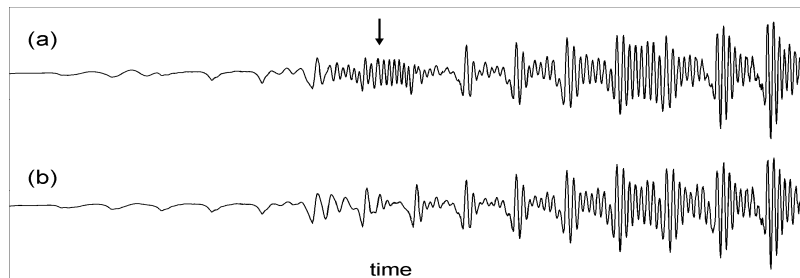


Abbildung 2: Resynthese des Wortes „Juli“: (a) mit Modellparametern der zeitinvarianten Prädiktion (Kovarianzmethode) und (b) mit den Parametern nach wenigen Iterationen.

1.2 Künstliche Nasalierung

(K. Schnell, A. Lacroix)

Eine künstliche Nasalierung von Sprachsignalen kann für die koartikulationsbedingte Anpassung von Einheiten bei der Unit-Selection, für die Sprechertransformation oder allgemein für die multilinguale Sprachverarbeitung eingesetzt werden. In [Schnell, K.; Lacroix, A., "Generation of nasalized speech sounds based on branched tube models obtained from separate mouth and nose outputs", Proc. ICASSP, Hong Kong, pp. 156-159, 2003.] wurde ein Algorithmus für eine künstliche Nasalierung vorgestellt, der auf Schätzungen von verzweigten Rohrmodellen basiert. Im Vergleich dazu wurde jetzt ein neues Verfahren für die künstliche Nasalierung entwickelt und auf der INTERSPEECH-2009 vorgestellt, das einen vereinfachten Ansatz zugrunde legt, der das spektrale Verhältnis aus dem Mund- und Nasensignal als Pol-Nullstellen-System modelliert. Durch die vereinfachten Annahmen werden die Gegebenheiten der Sprachproduktion zwar nur noch prinzipiell berücksichtigt, dadurch wird allerdings ein robusteres Verfahren ermöglicht, das für bestimmte Anwendungen einsetzbar ist wie z. B. für die Sprachsynthese.

1.3 Erweiterung der Merkmalsextraktion für die Spracherkennung

(C. Lüke, K. Schnell, A. Lacroix)

Die im letzten Jahr begonnenen Untersuchungen zur Merkmalsextraktion für die Spracherkennung konnten erfolgreich durch eine vorgeschlagene Erweiterung von Standardalgorithmen fortgesetzt werden. Die Standardalgorithmen der Merkmalsvorverarbeitung CMN und CVN (Cepstral Mean bzw. Variance Normalization) sind durch eine adaptive gewichtete Mittelwertbildung zu den hier neu entwickelten Verfahren WCMN und WCVN (Weighted Cepstral Mean bzw. Variance Normalization) erweitert worden (siehe auch Veröffentlichungen NAG/DAGA'09 und ESSV'09). Die Gewichtung der Mittelwertbildung ist dabei von der Instationarität der Segmente abhängig, sodass z. B. eine unterschiedliche Gewichtung von Lautmitteilen und Lautübergängen in die CMN und CVN mit einbezogen werden kann. Die neuen Merkmalsvorverarbeitungen WCMN und WCVN zeigen auf Basis eines DTW-Erkenner mit kleinem Wortschatz verbesserte Worterkennungsrate im Vergleich zur CMN und CVN auf. In Tabelle 1 sind die Wortfehlerraten vergleichend gezeigt. Der Wortschatz beträgt dabei 58 Wörter und der Sprachkorpus enthält Sprachaufnahmen in verschiedenen Umgebungen mit unterschiedlichen Hintergrundgeräuschen. Für den DTW-Algorithmus kann die Abstandsberechnung der Merkmalsvektoren mit einem Gewichtungsvektor versehen werden. Die Werte dieses Vektors können in Hinblick auf die Worterkennungsrate optimiert werden. Die beiden Spalten in Tabelle 1 zeigen jeweils die Wortfehlerraten mit und ohne Optimierung des Gewichtungsvektors.

Tabelle 1 – Wortfehlerraten (WER)

WER	DTW	DTW optimiert
ohne Normierung	9,11 %	8,66 %
CMN	8,20 %	6,38 %
WCMN	7,97 %	5,92 %
CVN	7,25 %	5,69 %
WCVN	5,47 %	5,24 %

1.4 Mikrofon-Arrays

(A. Lacroix, M. Eichler)

Mikrofon-Arrays in Verbindung mit einer geeigneten Signalverarbeitung (Beamformer) erlauben eine über die Richtwirkung der einzelnen Mikrofone hinausgehende Fokussierung des Empfangs auf eine oder mehrere Raumrichtungen. Neben sogenannten *datengetriebenen* Beamforming-Verfahren, welche die Filterkoeffizienten des Beamformers aus den empfangenen Signalen selbst schätzen und sich für adaptive Anwendungen eignen, existieren die *geometrischen* Verfahren, welche unter Verwendung expliziter Information über die Anordnung der Sensoren (Mikrofone) eine gezielte Ausrichtung des Beamformers bzw. der Array-Richtcharakteristik in eine gegebene Raumrichtung ermöglichen. Durch die Verknüpfung von räumlicher Information und akustischen Messdaten werden z.B. eine räumliche Kartierung des Schallfeldes („akustische Kamera“) oder die Ortung von Schallquellen möglich. Weitere Anwendungen von Beamforming-Verfahren liegen in der Studientechnik, in der Messtechnik und in der Telekommunikation, wo in mehr oder minder stark durch Rauschen oder Störschall beeinträchtigten Umgebungen ein besserer Störabstand der empfangenen Signale erreicht wird.

Auf dem Gebiet des *statischen Beamformings* wurde der im Vorjahr vorgestellte und

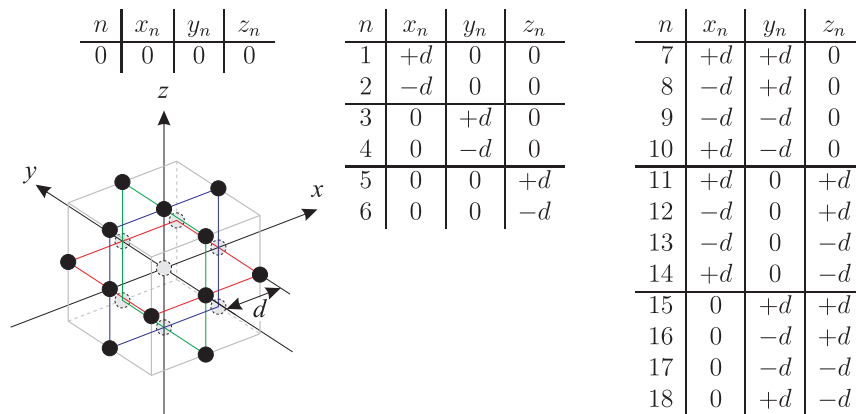


Abbildung 1: Dreidimensionale Anordnung und Koordinaten von 19 Mikrofonen zur Realisierung aller Kugelflächen-Moden für $l=0, 1, 2$. Die Mikrofone. $n=0$: Zentrales Mikrofon, $n=1..6$: Mikrofone auf den Achsen, $n=7..18$: Mikrofone auf den Kanten eines Würfels der Kantenlänge $2d$.

experimentell untersuchte Multipol-Beamformer für drei Raumdimensionen formuliert. Er beruht in dieser Form auf einem Satz dreidimensionaler Multipol-Arrays, welche mit ihrem Beampattern explizit einzelne Kugelflächenfunktionen Y_{lm} realisieren. Die Realisierung eines gegebenen Soll-Beampatterns kann nun durch dessen Entwicklung nach den Y_{lm} erfolgen, indem die korrespondierenden Arrays mit den jeweiligen Entwicklungskoeffizienten gewichtet werden. Dabei ist, analog zum zweidimensionalen Multipol-Beamformer, für die Kugelmode l, m ein l -faches Integratorfilter ($H(\omega)=(1/i\omega)^l$) erforderlich, um dem zugehörigen Array eine bei tiefen Frequenzen frequenzinvariante (superdirektive) Charakteristik zu verleihen. Es zeigt sich jedoch, daß die Bereitstellung eines (bis zu einer gegebenen Ordnung) vollständigen und orthogonalen Satzes von Kugelflächen-Beamformern keine einfache Aufgabe ist und rasch zu sehr hohen Mikrofonanzahlen führen kann (Abb. 1 zeigt als Beispiel eine Geometrie mit 19 Mikrofonen, welche die Darstellung der ersten neun Kugelflächenfunktionen für $l=0, 1, 2$ erlaubt). Weiterhin ist das Verhalten des Beampatterns zu hohen Frequenzen (Amplitudenabfall, Deformation durch Aliasing) hin lediglich durch den Mikrofonabstand und damit nur bedingt kontrollierbar.

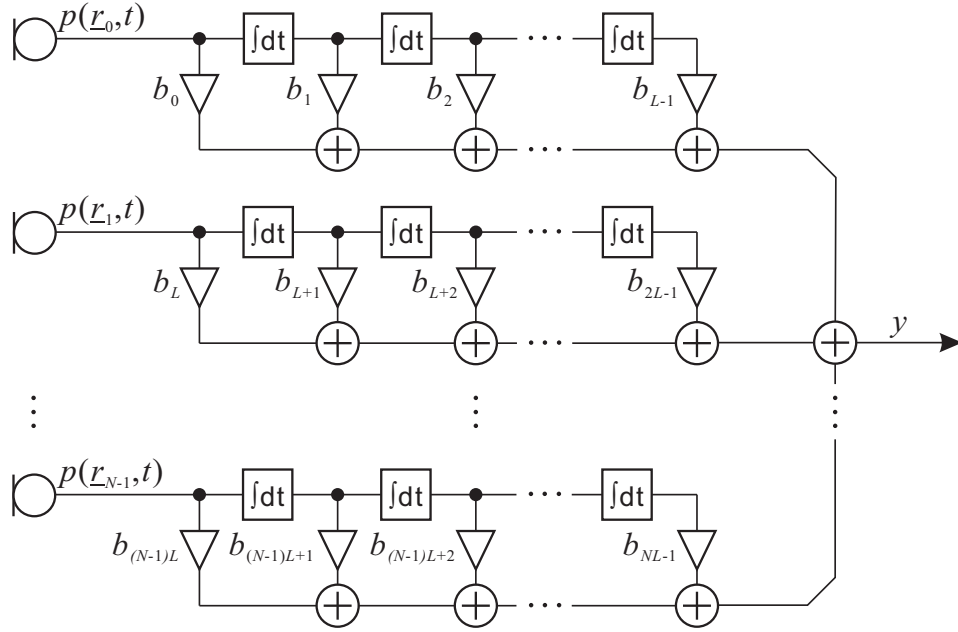


Abbildung 2: Verallgemeinerter superdirektiver Beamformer für beliebige Sensoranordnungen. Die Berechnung der Koeffizienten erfolgt durch den superdirektiven MSD-Algorithmus (siehe Text).

Um eine bessere Kontrolle über das Beampattern zu ermöglichen, wurde ein verallgemeinerter Beamformer entwickelt, welcher der Struktur eines FIR-Filter-and-Sum-Beamformers für N Mikrofone mit Filtern der Ordnung $L-1$ angelehnt ist, jedoch anstelle von Laufzeitgliedern (z^{-1}) Integratoren ($\int dt$) verwendet (siehe Abb. 2). Dieser Beamformer ist an keine bestimmte Sensor-Anordnung gebunden und erlaubt durch geeignete Linearkombinationen der einzelnen Mikrofonsignale bzw. deren ein- bis mehrfach Integrierter die Realisierung aller in der jeweiligen Anordnung enthaltenen Dipole, Quadrupole, Hexapole usw.. Auf diese Weise enthält der Beamformer den Multipol-Beamformer als Spezialfall. Zur Gewinnung der Koeffizienten wurde eine modifizierte Form des als *Modal Subspace Decomposition (MSD)* bekannten Algorithmus formuliert, welcher die Ausbildung des Beampatterns $B(\underline{k})$ durch eine lineare Abbildung des Koeffizientenvektors \underline{b} in den Funktionenraum der von der Wellenzahl \underline{k} abhängigen Beampattern beschreibt. Die Abbildung erfolgt durch den linearen Operator $\hat{\mathbf{A}}$: $B(\underline{k}) = \hat{\mathbf{A}}(\underline{k}) \underline{b}$. Mit Hilfe des adjungierten Operators $\hat{\mathbf{A}}^\dagger$ werden Eigen-Beampattern berechnet, nach denen das Soll-Beampattern entwickelt wird. Hierbei entsteht ein Koeffizientenvektor, mit dem der Beamformer das Soll-Beampattern *optimal* approximiert. Durch explizite Berücksichtigung der Integratorfilter wurde aus diesem Algorithmus der *superdirektive MSD-Algorithmus* entwickelt, welcher mit beliebigen Sensoranordnungen funktioniert und in zwei wie in drei Raumdimensionen mathematisch gleichermaßen leicht handhabbar ist. Eine Besonderheit dieses Algorithmus besteht darin, daß die Berechnung der Eigen-Beampattern und die Reihenentwicklung des Soll-Beampatterns grundsätzlich für ein explizit vorzugebendes Frequenzintervall („Entwurfsband“) geschieht, für welches der Beamformer somit optimiert wird. Diese Eigenschaft eröffnet – neben einer besseren Kontrolle des Beampatterns über ein ganzes Frequenzband – auch die Möglichkeit eines Mehr-Band-Entwurfes, bei dem mehrere Beamformer für separate Frequenzbänder optimiert und durch Bandpässe zusammengeführt werden. Die Fortführung dieses Gedankens zu infinitesimal schmalen Frequenzbändern führt auf eine Methode, welche eine von der Beamformer-Implementierung unabhängige Evaluierung der mit einer gegebenen Mikrofonanordnung möglichen Beampattern erlaubt.

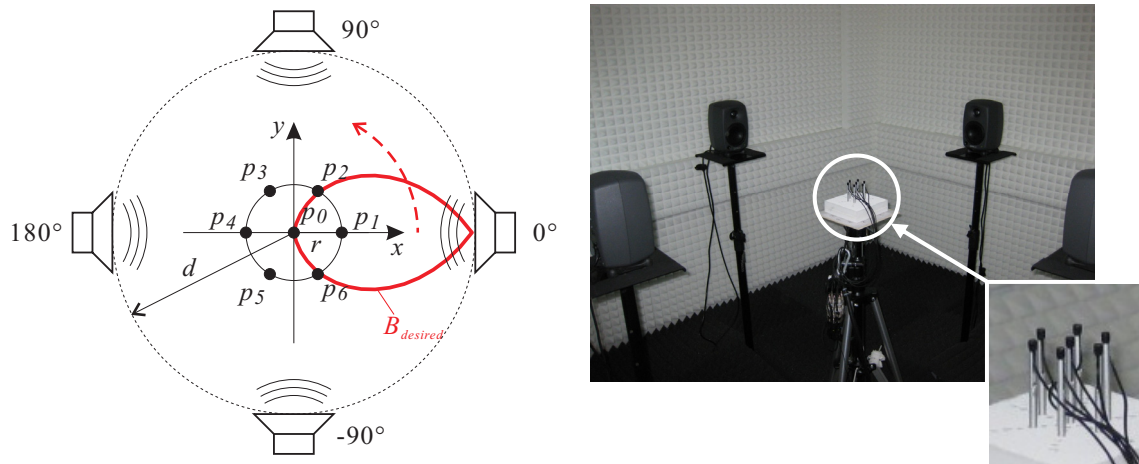


Abbildung 3: Messaufbau mit einem hexagonalen Array ($r=3\text{cm}$) und vier Schallquellen ($d=75\text{cm}$). Links rot eingezeichnet: Das approximierte Soll-Beampattern B_{desired} .

Der superdirektive MSD-Algorithmus wurde zur experimentellen Verifikation echtzeitfähig implementiert und in die vorhandene Vielkanal-Software (vgl. Jahresbericht 2006) integriert. Im Akustik-Labor wurde ein hexagonales Array mit sieben Sensoren und vier umgebenden Lautsprecherboxen aufgebaut (Abb. 3). Aus den Boxen wurden Rauschen sowie Sprach- und Musiksignale wiedergegeben. Es konnte gezeigt werden, daß die mit diesem Array theoretisch mögliche Bandbreite von ca. 0-6.5 kHz auch im Experiment erreicht wird. Sprachsignale können damit sehr gut räumlich separiert und in hoher Qualität übertragen werden; bei Musik funktioniert die Trennung ebenfalls gut, jedoch bedeutet die Bandbegrenzung gewisse Einbußen an Audioqualität (Brillianz). Abb. 4 zeigt die mit Rauschanregung gewonnenen Antworten des Beamformers auf Signale der vier Lautsprecher, wenn die Empfangskeule in die Richtung 0° weist (vgl. Abb. 3).

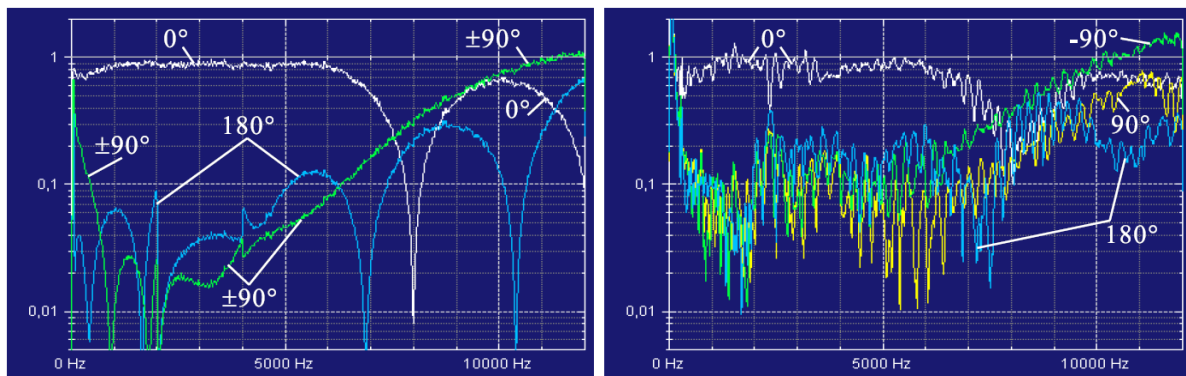


Abbildung 4: Beamformer-Frequenzantworten in vier ausgezeichneten Richtungen bei auf 0° eingestellter Keule des Beampatterns (vgl. Abb.3).

1.5 Akustik-Messkammer

(A. Lacroix, M. Eichler, C. Hauer)

Während ihres Praktikums im Bereich Kommunikationsphysik führte Frau Cecília Hauer, Technische Universität Budapest, unter Anleitung von Herrn Eichler Messungen an der akustischen Messkammer durch, um nach deren Ausbau die Gültigkeit des Abstandsgesetzes ($I \propto 1/r^2$) und damit die Freifeldeigenschaften der Kammer zu überprüfen. Hierzu wurde aus einer ortsfesten Schallquelle S weißes Rauschen wiedergegeben und das Schallfeld mit einem

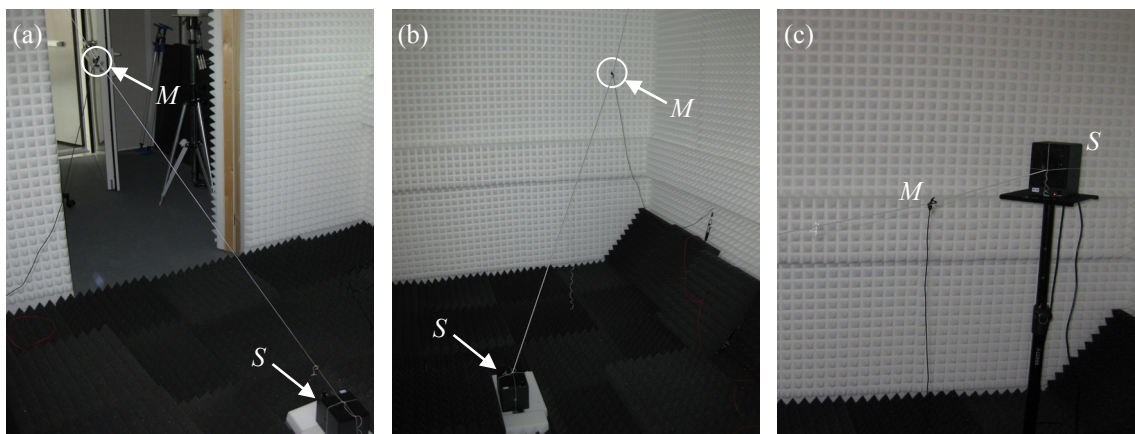


Abbildung 5: Anordnung zur Verifikation des Abstandsgesetzes entlang dreier Messwege (Teilbilder (a), (b) und (c), Beschreibung siehe Text). *S*: Schallquelle, *M*: Mikrofon.

quasi-punktförmigen Mikrofon *M* an mehreren Positionen entlang eines gespannten Fadens vermessen; die Messung erfolgte entlang dreier Messwege (Abb. 5): (a) Schallquelle in der Mitte des Kammerbodens, Messweg diagonal hin zur vorderen oberen rechten Kammerecke, (b) wie (a), jedoch diagonal zur hinteren, oberen rechten Kammerecke; (c) Schallquelle auf halber Höhe in der hinteren rechten Ecke, Messweg horizontal zur vorderen linken Ecke. Sämtliche Messungen lieferten vergleichbare Ergebnisse. Danach ist das Abstandsgesetz bei Frequenzen von ca. 100 Hz aufwärts innerhalb einer Toleranz von ± 2 dB und innerhalb eines Abstandes von ca. 1 m von der Schallquelle erfüllt (Abb. 6). Unterhalb von 100 Hz sorgen Reflexionen an Kammerwänden, -decke und -boden für diffuse Streuung des Schallfeldes, so daß die gemessene Schallintensität über dem Abstand *M-S* weitgehend konstant ist; bei höheren Frequenzen treten Störungen durch einzelne Wandreflexionen erst auf, wenn der Abstand des Mikrofons zu einer Wand in der Größenordnung des Abstandes *M-S* liegt. Je nach Phasenbeziehung zwischen Direktschall und Reflexion kommt es dann zu Abweichungen der gemessenen Intensität nach oben oder unten. Dieser Effekt tritt besonders bei den Messwegen (a) und (c) zutage, wenn das Mikrofon mit zunehmender Distanz *M-S* dichter an die beim Kammerausbau eingezogene Zwischenwand heranrückt. An dieser treten offenbar stärkere Reflexionen auf als an den ursprünglichen Kammerwänden. Dies belegt die Messung entlang dem Messweg (b): Hier sind die Abweichungen vom $1/r^2$ -Abnfall wesentlich geringer, was auf ein günstigeres (=reflexionsärmeres) akustisches Verhalten von Kammerboden, -decke und -wänden im Vergleich zur Zwischenwand hinweist.

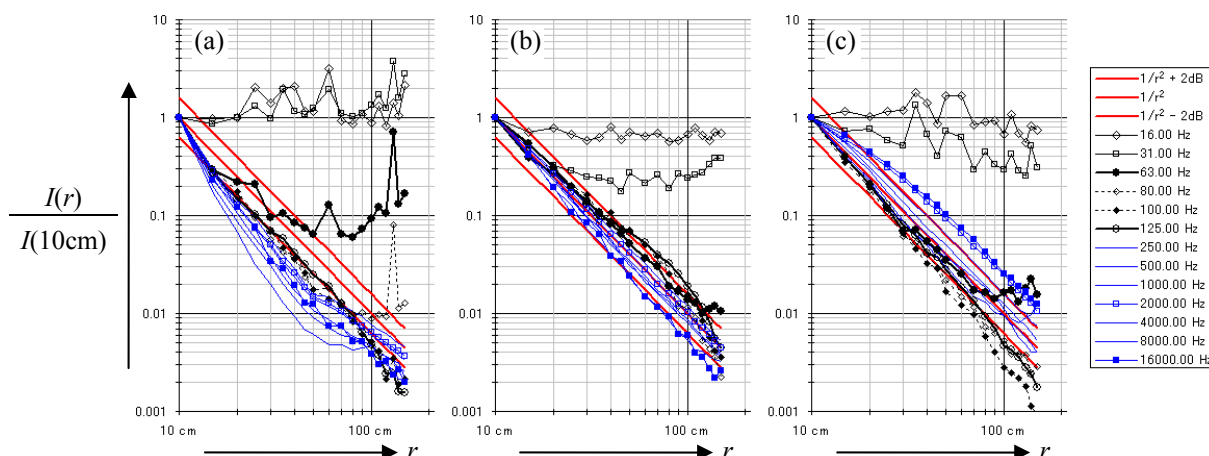


Abbildung 6: Ergebnisse der Messungen entlang der Wege (a), (b) und (c) (siehe Text und Abb. 5). Die Kurven zeigen über Oktavbänder (durchgezogen) und Terzbänder (gestrichelt) gemittelte Messdaten.

2 Komplexe Systeme (AG Prof. Dr. A. Lacroix, Prof. Dr. H. Reininger)

2.1 Untersuchungen zur Klassifikation von räumlich-zeitlichen Mustern in abgeleiteten neuronalen Signalen mit Hidden-Markov-Modellen

(M. Buschbeck, A. Lacroix, H. Reininger)

Die Analyse abgeleiteter neuronaler Signale mit den Methoden der digitalen Signalverarbeitung wird in den letzten Jahren mit zunehmendem wissenschaftlichen Interesse verfolgt. Gegenstand der Untersuchungen ist die Zuordnung vom räumlich-zeitlich ausgeprägten Aktivitätsmustern zu definierten Systemzuständen, die für zwei hier betrachtete Anwendungsszenarios relevant sind. Brain-Computer-Interfaces (BCI) verarbeiten mit Hilfe von EEG (Elektroenzephalografie) von menschlichen Probanden digital abgeleiteten Datenströme und sind nach einer Trainingsphase in der Lage, die Muster unterschiedlicher abstrakter Denkvorgänge wiederzuerkennen. Das andere Anwendungsszenario ist die Entwicklung eines Biosensors bestehend aus biologischen Neuronennetzen (Abbildung 1, links), die auf einem Mikroelektroden-Array (MEA) aufgewachsen sind (Abbildung 1, rechts) und über das deren Aktivitäten abgeleitet werden.

Das gemeinsame Element dieser sehr unterschiedlichen Experimente liegt in der Form der anfallenden Datenströme: Es werden in hoher Abtastfrequenz (100–1000 Hz bei EEG, 1–10 kHz bei MEA) Signale einer Vielzahl paralleler Kanäle (typischerweise 59–120 bei EEG, 60 bei MEA) digital erfasst. Die nutzbare Information ist dabei in hohem Maße von Rauschen gestört, dessen Amplitude teilweise größer als die der theoretisch erwartbaren auswertbaren Signale (z.B. Alphawellen bei EEG) ist. Die Extraktion von Features aus den Rohdaten stellt eine große Herausforderung dar und ist zumeist erst durch die Betrachtung mehrerer oder der Gesamtheit aller Kanäle möglich.

Methoden wie LDA (Linear Discriminant Analysis) und CSP (Common Spatial Patterns) werden zur Vorverarbeitung von EEG-Signalen im BCI-Kontext erfolgreich angewendet, um die vieldimensionalen Eingangssignale, in denen jeder Kanal eine andere näherungsweise lineare Überlagerung der gleichen (sehr großen) Menge von Neuronen darstellt, in eine zur Mustererkennung geeignetere Form zu transformieren. Ein Anspruch, das Verhalten einzelner Neuronen zu betrachten, besteht hier nicht.

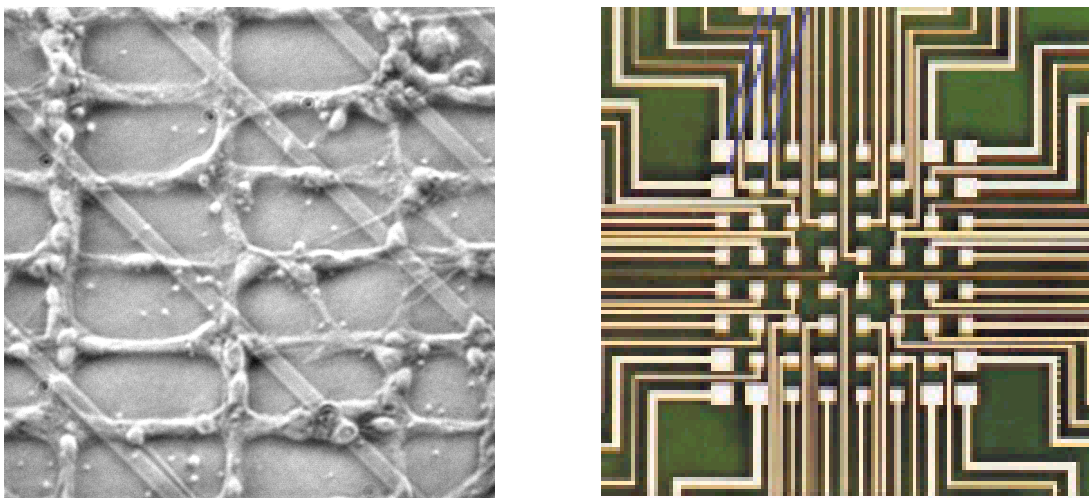


Abbildung 1: links: vernetzte neuronale Zellen auf einem MEA-Chip, rechts: MEA-Chip mit 64 elektrischen Kontaktpunkten aus Gold.

Bei MEA-Untersuchungen hingegen stellt jeder Kanal die Signale von nur sehr wenigen, häufig sogar nur einem einzigen Neuron dar, das sich in unmittelbarer Nähe des Kontaktpunkts niedergelassen hat; das Übersprechen der Signale der Neuronen benachbarter Kontaktpunkte ist praktisch nicht relevant. Der erste Schritt der Verarbeitung von MEA-Signalen besteht also in der neurobiologisch geleiteten Extraktion der informationstragenden Signalfeatures (einzelnen Spikes, oder Bursts aus mehreren aufeinanderfolgenden Spikes). Spikes können in erster Näherung durch einen dynamisch an das Signalrauschen angepassten Schwellwert detektiert werden. Durch die Betrachtung der charakteristischen Signalform der so gefundenen Spikehypothesen unter Zuhilfenahme von Methoden wie PCA (Principal Component Analysis) können die Spikes gegebenenfalls mehreren Einzelneuronen zugeordnet werden, die am gleichen Kontaktpunkt anliegen (Spike Sorting). Auf Basis der so gewonnenen neuronenspezifischen Spike Trains können Zeiträume der Aktivität einzelner Neuronen detektiert werden, die wiederum über die Gesamtheit aller betrachteten Neuronen des MEA-Experiments hinweg untersucht werden können (Abbildung 2).

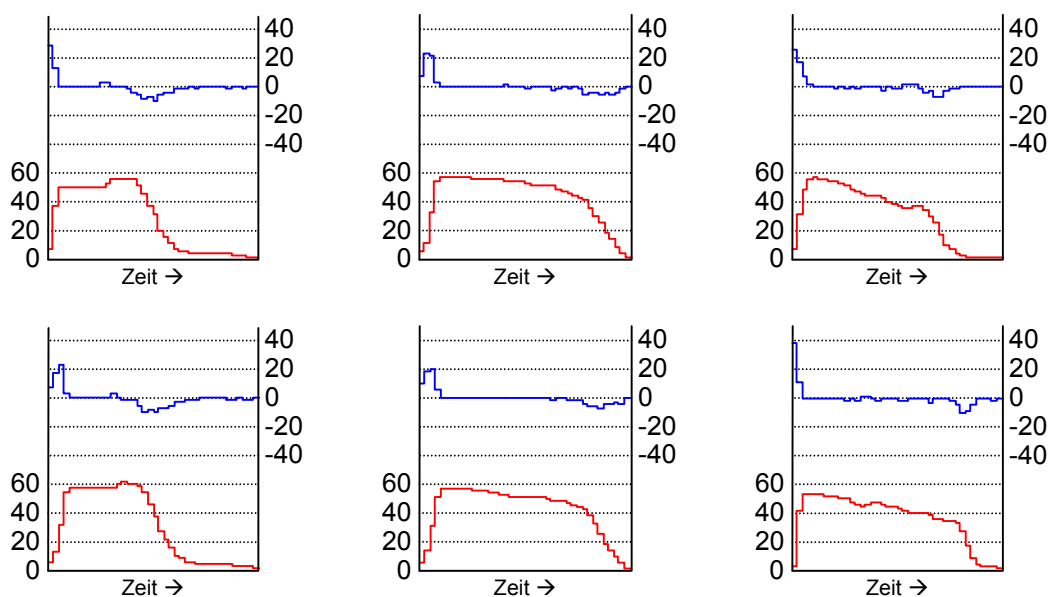


Abbildung 2: Charakteristische Form einzelner Aktivitätsbursts dreier MEA-Proben mit verschiedenen Substanzen. Der untere Graph stellt das Aktivitätsmaß dar, der obere die jeweils zugehörige Zeitableitung. Jede Spalte zeigt zwei Beispiele einer Probe.

Von links nach rechts: Gamma-Aminobuttersäure (1 μM), Bicucullin (5 μM), Picrotoxinin (5 μM)

Das MEA-ankontaktierte Netzwerk der Neuronen kann als hochempfindlicher chemischer Sensor agieren. Im hier durchgeführten MEA-Experiment werden die Neuronen zunächst verschiedenen neuroaktiven Substanzen ausgesetzt, deren Effekt wohlbekannt ist: Gamma-Aminobuttersäure (GABA), einem inhibitorischen Neurotransmitter; Picrotoxinin (PIC), einem nichtkompetitiven GABA-Antagonisten; und Bicucullin (BIC), einem kompetitiven GABA-Antagonisten.

Basierend auf den Daten dieser Experimente soll ein Verfahren zur Erkennung charakteristischer Muster der Neuronenaktivität entwickelt werden, das auf einem phänomenologischen Modell des Aktivitätsverhaltens des Neuronennetzwerks basiert. Im Mittelpunkt stehen hierbei statistische Ansätze basierend auf Hidden-Markov-Modellen, mit denen sich die variable zeitliche Dynamik der Neuronenaktivitäten modellieren lässt. Möglichkeiten der Erweiterung der Modelle zur Beschreibung räumlicher Strukturen werden untersucht.

2.2 Vorhersage und Verhinderung von epileptischen Anfällen

(D. Dzafic, G. Geis, F. Gollas)

Epilepsie ist die häufigste chronische Erkrankung des Zentralen Nervensystems und ist durch wiederholt auftretende, scheinbar nichtvorhersehbare Anfälle gekennzeichnet. Epileptische Anfälle treten im Allgemeinen ohne erkennbare Vorzeichen auf. Etwa 1% der Weltbevölkerung ist von der Epilepsie betroffen. Bei einem Viertel der Patienten lassen sich die epileptischen Anfälle mit den zur Zeit zur Verfügung stehenden Mitteln (z.B. Antiepileptika, epilepsiechirurgischer Eingriff) nicht befriedigend kontrollieren. Ein implantierbares, automatisiertes Vorwarnsystem könnte betroffenen Patienten wertvolle Hinweise geben, und würde die Möglichkeit einer spezifischen Therapie, wie zeitspezifischen Medikamentengabe oder direkte elektrische Nervenstimulation ermöglichen.

Trotz erheblicher Fortschritte in der Erforschung der Pathogenese epileptischer Erkrankungen war es bisher nicht möglich das Auftreten einzelner Anfälle vorherzusagen, um damit die individuell auslösenden Faktoren zu eruieren und die Anfallsausbildung zu unterbinden. Die bisher weltweit erzielten Forschungsergebnisse haben untermauert, dass sich insbesondere mit verschiedenen linearen und nichtlinearen Signalanalyseverfahren Indikatoren aus der hirnelektrischen Aktivität extrahieren lassen, die relevante Aussagen über den kritischen Zustand der Hirnaktivität vor dem eigentlichen Anfallsgeschehen zulassen, und damit die Möglichkeit einer Vorhersage des einzelnen Anfalls bieten.

Zellulare Nichtlineare Netzwerke (CNN) sind durch die lokale Kopplung vergleichsweise einfacher dynamischer Systeme charakterisiert. Mit dieser Eigenschaft werden CNN als hochparallele, analoge Schaltkreise realisiert. Schaltungstechnische Realisierungen, basierend auf CNN, weisen als miniaturisierte programmierbare und bereits kommerziell erhältliche Schaltungen universelle Berechnungseigenschaften und sehr hohe Verarbeitungsgeschwindigkeiten bei gleichzeitig geringer Leistungsaufnahme auf, die einen Einsatz derartiger Netzwerke unter Echtzeitbedingungen auch bei komplexen Verfahren zur Signalverarbeitung gewährleisten.

Ziel des durchgeführten Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines implantierbaren miniaturisierten Systems zur Vorhersage epileptischer Anfälle auf der Basis von CNN. In diesem Rahmen sollen im Besonderen neuartige Algorithmen zur Vorhersage epileptischer Anfälle, die auf der raum-zeitliche Dynamik von CNN basieren, untersucht und die Übertragung auf schaltungstechnische Realisierungen von CNN evaluiert werden.

In den von Herrn Dipl. Phys. Gollas durchgeführten Arbeiten wurde ein Identifikationsverfahren entwickelt, in dem die dem hinrelektrischen Signal zugrundeliegenden neuronalen Systeme durch Reaktions-Diffusions Netzwerke identifiziert werden.

Partielle Differentialgleichungen des Reaktions-Diffusions-Typs beschreiben Phänomene wie Musterbildung, nichtlineare Wellenausbreitung und deterministisches Chaos und werden oft zur Untersuchung komplexer Vorgänge auf den Gebieten der Biologie, Chemie und Physik herangezogen. Durch eine Diskretisierung können Reaktions-Diffusions-Gleichungen häufig auf Reaktions-Diffusions-CNN (RD-CNN) mit nichtlinearen Gewichtsfunktionen abgebildet werden, die in ihrer Dynamik näherungsweise gleiches Verhalten wie die zugrunde gelegten Reaktions-Diffusions-Systeme aufweisen. Werden RD-CNN zur Identifikation neuronaler Strukturen anhand von EEG-Signalen herangezogen, so besteht die Möglichkeit festzustellen, ob das gefundene Netzwerk lokale Aktivität aufweist. Die von Chua eingeführte Theorie der

lokalen Aktivität liefert eine notwendige Bedingung für das Auftreten von emergentem Verhalten in zellularen Netzwerken. Änderungen in den Parametern bestimmter RD-CNN könnten auf bevorstehende epileptische Anfälle hinweisen.

In neueren Arbeiten konnte Herr Dipl. Phys. Gollas lokale Aktivität in den durch das Identifikationsverfahren bestimmten Netzwerken nachweisen. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass eine Untermenge von Netzwerken mit Parametern operieren, die auch in dem speziellen Parameterbereich „Edge of Chaos“ liegen.

Zudem wurden Analysen von intrakraniellen Langzeit-EEG-Registrierungen, die mehrere Tage und mehrere Anfälle umfassen, durchgeführt. Die hierzu vorgenommene Bestimmung von RD-CNN in überwachten Optimierungsverfahren ist rechenintensiv, so dass bisher nur Studien zu kürzeren Signalabschnitten durchgeführt werden konnten. Die neuesten Berechnungen wurden auf einem Hochleistungsrechen-Clusters ausgeführt. Die Simulation der betrachteten Netzwerke, wurde dabei unter Verwendung einer eigens entwickelten objektorientierten Simulationsumgebung für CNN in der Sprache C++ vorgenommen.

Durch eine anschließende Analyse mit der so genannten Receiver Operating Characteristic (ROC) konnte gezeigt werden, dass in den betrachteten EEG-Aufzeichnungen ein angenommener Voranfallszustand von einem anfallsfreien Zustand im statistischen Sinn durch das untersuchte Verfahren diskriminiert werden kann.

Durch Herrn cand. Phys. Dzafic wurden Analysen basierend auf dem Pegelkreuzungsverhalten von EEG-Signalen durchgeführt. Dabei wurden vorangegangene Arbeiten, bei denen das Auftreten bzw. Ausbleiben bestimmter Muster vor epileptischen Anfällen beobachtet wurde, aufgegriffen. Die Untersuchungen berücksichtigen dabei Langzeit-EEG-Aufzeichnungen. Es wurde eine umfassende statistische Analyse des zeitlichen Auftretens der Muster durchgeführt, die durch einen CNN basierten Algorithmus detektiert wurden. Die statistische Analyse der Musterhäufigkeiten, die auf zwei Arten durchgeführt worden ist, konnte die Muster in bestimmten Häufigkeitsklassen eindeutig voneinander trennen und klassifizieren. Es hat sich gezeigt, dass die Muster ein bestimmtes Verhalten bezüglich deren Häufigkeiten besitzen.

Neben der Klassifizierung der Muster nach ihren Häufigkeiten, befasst sich die Untersuchung auch mit der Auswertung der Musterauftritte in der Zeitdomäne mit dem Ziel Vorboten epileptischer Anfälle detektieren zu können. In diesem Zusammenhang wurde eine ROC-Analyse durchgeführt. Die Ergebnisse der ROC-Analyse zeigen, dass sich die Musterhäufigkeiten bei der Detektion von Anfallsvorboten als für die untersuchten Fälle als weitgehend ungeeignet erwiesen.

In Folge dessen wurde ein Kombinations-Algorithmus entwickelt, der sich ausschließlich auf das sogenannte binär registrierte Auftreten aller Muster bezieht. "Da eine sehr hohe Anzahl möglicher Kombinationen existiert, was eine systematische Suche sehr zeitaufwendig macht, wurde ein spezieller Kombinations-Algorithmus entwickelt. Hiermit ist es gelungen, die Suche nach einer geeigneten Kombination deutlich schneller durchzuführen. Eine Forderung des Algorithmus war, dass die Kombination, die als Vorbote der Anfälle dient, nur einmal und immer zur selben Zeit vor dem Anfall eintritt. Eine weitere Forderung war, dass die komplette Datenbasis in die Berechnung der Kombinationen einzubeziehen ist. Die Untersuchung der Langzeitdaten ergab gute Ergebnisse für

Vorwarnzeiten von ca. einer Stunde. Bei der Modulation des Kombinations-Algorithmus anhand einer verkürzten Datenbasis, die nur wenige Anfälle enthält, konnten zwar die Kombinationen berechnet werden, die den Anfall innerhalb der so verkürzten Datenbasis detektieren, aber in der für den Algorithmus unbekannten Datenbasis war es nicht möglich weitere Anfälle zu detektieren. Der Grund liegt darin, dass die Anzahl an kombinierten Mustern, die anhand einer verkürzten Datenbasis berechnet wurden, bei jedem weiterem Anfall immer kleiner wurde. Daher liegt die Vermutung nahe, dass die Anzahl an kombinierten Muster gegen eine bestimmte Anzahl konvergiert. Im Weiteren ist es notwendig zusätzliche Anhaltspunkte für diese Konvergenz zu finden.

Herr Dipl. Phys. Geis konnte in seinen Arbeiten mit dem Eye-Ris v1.1 System, dargestellt in Abb. 1, eine Übertragung der Signalprädiktionsverfahren sowie eines Mustererkennungsalgorithmus auf eine schaltungstechnische Realisierung von CNNs übertragen. Für die Signalprädiktion wurden verschiedene Optimierungsverfahren zur Parameterbestimmung des Prädiktionsverfahrens sowohl in Simulationen als auch auf dem EyeRIS v1.1 System untersucht. Es zeigte sich, dass sich auf dem EyeRIS System evolutionäre Optimierungsverfahren als geeignete Alternativen zu gradientenbasierten Verfahren anbieten, da letztere aufgrund der beschränkten Genauigkeit des EyeRIS Systems, bedingt durch die AD/DA-Wandler von nur 8bit und des NIOS-Kerns, als zu instabil erwiesen. Die Simulationen wurden zum einen mit Fließkommazahlen vom Datentyp double (64 Bit) als auch mit einer reduzierten Genauigkeit von 8 Bit durchgeführt, um so ein Vergleich mit den durch das „On-Chip-Training“ erhaltenen Ergebnissen zu ermöglichen. Die Receiver Operator Characteristic wurde zur Bewertung der Ergebnisse herangezogen. Die daraus berechnete Kenngröße Area-Under-the-Curve zeigt, dass die Prädiktionsleistung des Verfahrens deutlich besser als die eines Zufallsprädiktors ist.

Weitere Analysen zur Mustererkennung mittels des EyeRIS Systems wurden durchgeführt um mögliche Abweichungen durch Hardwareeinflüsse zu untersuchen und die Auswirkungen auf mögliche Vorhersagealgorithmen basierend auf Mustererkennungsverfahren abschätzen zu können. Es zeigte sich, dass vor allem in den Randbereichen der aktiven Chipfläche mit Fremdeinflüssen zu rechnen ist, als auch, dass vereinzelte Zellen des Netzwerks nicht vernachlässigbar fehlerhaft zur Mustererkennungen beitragen können.

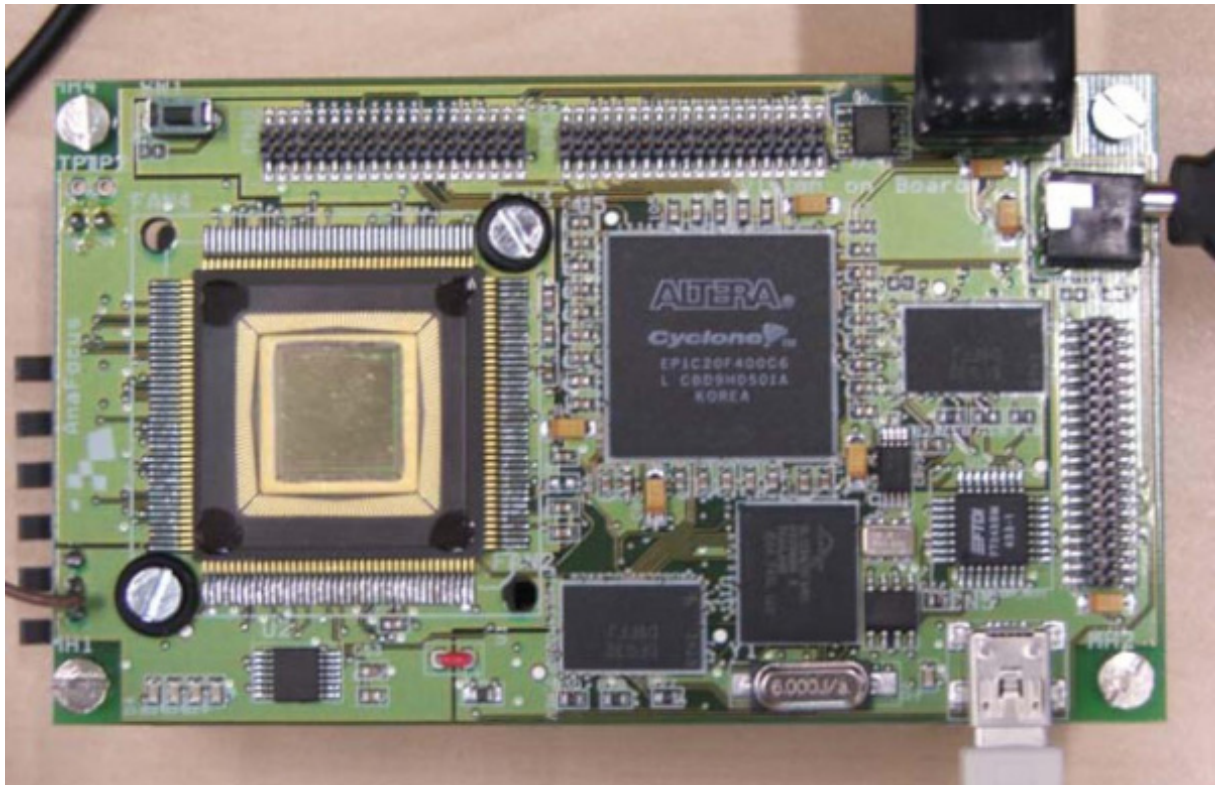


Abbildung 1: Das EyeRIS 1.1 System. Links: ACE16kv2 Focal Palin Prozessor mit 128 x 128 CNN Zellen, mitte rechts: FPGA-Chip von Altera der als NIOS2 Softcore-CPU konfiguriert ist.

2.3 Identifikation des Übertragungsverhaltens von Fahrzeugen mit harmonischen und stochastischen Fahrwegsanregungen

(C. J. Schickedanz)

Im Rahmen einer Kooperation mit der Daimler AG werden bei einer Masterarbeit Fahrzeuge und Straßenstrukturen untersucht, um deren Einfluss auf das Fahrverhalten besser analysieren zu können.

Es wurden verschiedene Straßen anhand genauer Messungen untersucht, wobei sich herausstellte, dass sowohl die Höhen als auch die Zuwächse der abgetasteten Straßenoberflächen normalverteilt sind. Es konnten Funktionen gefunden werden, welche die Zuwachsverteilung über den Abstand zweier Messpunkte beschreiben. Darüber hinaus wurden die spektralen Leistungsdichten der Straßensignale untersucht, welche in doppeltlogarithmischer Darstellung i.A. durch eine Gerade mit der Steigung -2 angenähert werden können (vgl. Abb. 1). Des Weiteren schlossen sich Untersuchungen der Kohärenzfunktion zwischen linker und rechter Fahrspur an.

Mit Hilfe dieser Erkenntnisse können Straßensignale beliebiger Länge über einen modifizierten Ornstein-Uhlenbeck-Prozess erzeugt werden.

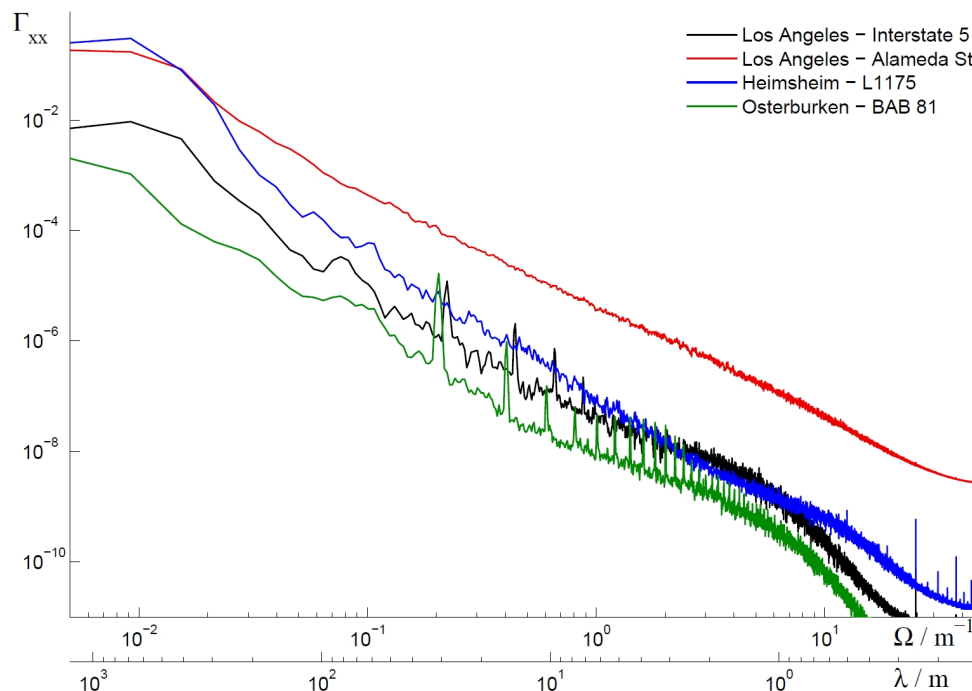


Abb. 2: Spektrale Leistungsdichten verschiedener Straßen.

Um die Frage zu klären, inwieweit sich Fahrzeuge durch lineare Systeme abbilden lassen, wurden ein Viertelfahrzeugmodell (vgl. Abb. 2) und ein Halbfahrzeugmodell über lineare gekoppelte Differentialgleichungen beschrieben. Die Übertragungsfunktion des Viertelfahrzeugmodells, das nur Hubbewegungen abbilden kann, wurde auf Variation der einzelnen Parameter (Feder, Dämpfer, Massen, etc.) hin untersucht.

Das bedeutend aufwendigere Halbfahrzeugmodell kann sowohl Hub- als auch Nick- und Wankbewegungen beschreiben. Dementsprechend wurden die drei resultierenden Übertragungsfunktionen auf den Einfluss der Variation der einzelnen Parameter hin untersucht.

Neben den genannten Parametern, wie Rad- und Aufbaumassen, Feder- und Dämpferkonstanten von Fahrwerk und Reifen sind noch das Trägheitsmoment, die Lage des Schwerpunkts und zusätzliche Federkräfte (Stabilisatorfeder) zu berücksichtigen.

Der Betrachtung der reinen Hub-, Nick-, Wankbewegungen und deren Übertragungsfunktionen schloss sich die Betrachtung einer – zwischen Vorder- und Hinterrad – phasenverschobenen, harmonischen Anregung an, die die Grundlage der Betrachtung stochastischer Anregungen lieferte. Aus dieser Betrachtung folgen, aufgrund der Beziehungen zwischen Radstand und Wellenlänge der Straße, Übertragungsfunktionen für konstante Geschwindigkeiten.

Darüber hinaus wurden die Übertragungsfunktionen für Hub-, Nick- und Wankanregungen mehrerer Fahrzeuge der Daimler AG bestimmt. Hierzu wurde das Verhalten ausgewählter Fahrzeuge mit dem hauseigenen Simulationsprogramm FADYS unter Einwirkung verschiedener harmonischer Schwingungen berechnet. Wegen der Ergebnisse früherer Arbeiten wurde eine Untersuchung der Linearität und insbesondere der Homogenität des Übertragungsverhaltens der ausgewählten Fahrzeuge vorgenommen. Es konnten Nichtlinearitäten festgestellt werden, die sich als Reibungseffekte identifizieren ließen. Vermutlich sind diese Effekte dafür verantwortlich, dass durch die Fahrt über eine sehr glatte Straße überproportional hohe Beträge der spektralen Leistungsdichten der Vertikalbeschleunigung des Fahrzeugs hervorgerufen werden. Besonders deutlich treten dabei die Eigenarten unterschiedlicher Fahrwerke (Stahl- und Luftfeder) und einiger aktiver Fahrwerkelemente hervor.

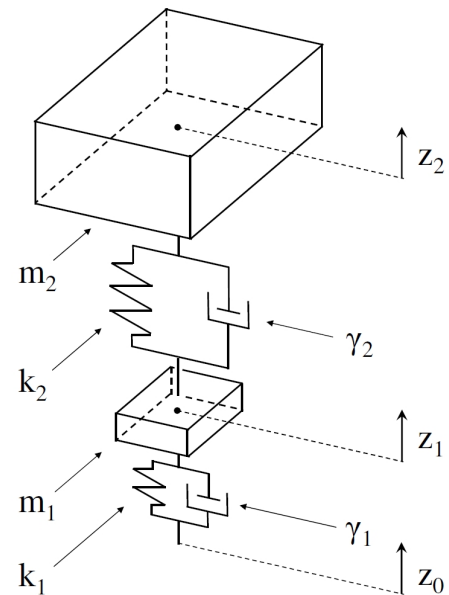


Abb. 2: Viertelfahrzeugmodell.

Der Betrachtung harmonischer Anregungen schließt sich die Betrachtung stochastischer Fahrwegsanregungen an. Die linearen Modelle des Viertel- und des Halbfahrzeugs wurden in Zustandsgleichungen überführt um eine numerische Simulation zu ermöglichen. Aus verschiedenen Eingangssignalen (weißes Rauschen, rosa Rauschen und das im Rahmen dieser Arbeit erzeugte Straßensignal) und den berechneten Ausgangssignalen können nun über die spektralen Leistungsdichten die Übertragungsfunktionen ermittelt werden. Hierbei stimmen die Ergebnisse der analytischen Lösung für Übertragungsfunktionen konstanter Geschwindigkeit mit den aus der Spektralanalyse erhaltenen Übertragungsfunktionen für einen relevanten Frequenzbereich überein. Bei höheren Frequenzen und dementsprechend schwachen Anregungen (vgl. Abb. 1) kommt es zu Problemen mit dem Störabstand und die Ergebnisse sind nicht mehr in Übereinstimmung mit der Theorie. Untersuchungen mit stochastischen Eingangssignalen an Fahrzeugen der Daimler AG, die mit FADYS simuliert wurden, zeigen dieses Verhalten ebenfalls.

Das in der Automobilentwicklung hauptsächlich verwendete Verfahren der Spektralanalyse und seine Aussagekraft wird für Variationen der Straßenlänge, der Straßenabtastung und der Fensterlänge bei der Berechnung der Periodogramme untersucht.

Feinmechanische Werkstatt

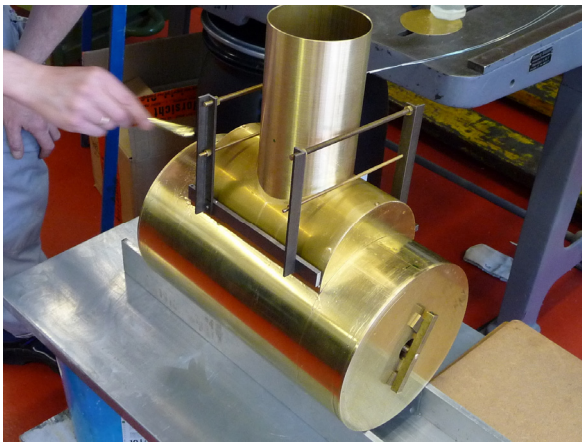
Aktivitäten im Jahr 2009

(S. Reploeg)

Die feinmechanische Werkstatt des Instituts für Angewandte Physik wird mit einer Vielzahl von Aufgaben betraut. Dazu steht ihr ein hoch motiviertes Team zur Verfügung, das sich zusammensetzt aus dem Werkstattleiter Sven Reploeg, seinem Stellvertreter und Techniker Viktor Hammer, sowie den Mitarbeitern Wolfgang Billjött, Edgar Binner und Benjamin Rentsch.

In enger Zusammenarbeit mit den Physikern und Studierenden wurden vor allem Apparaturen und Geräte für bestimmte Projekte in Einzelanfertigung geplant, konstruiert und hergestellt. Es sind dies zumeist Spezialanfertigungen, die im Handel nicht erhältlich sind.

Ferner wurden an unseren computergesteuerten Werkzeugmaschinen Teile für die Geowissenschaften hergestellt.



Dummygehäuse für magnetische Linse



Hier wird die erste Schiene für das Modell des supraleitenden CH-Beschleunigers gefräst.



Im Vordergrund die Stützen für den CH-Beschleuniger

In der Werkstatt werden zurzeit zwei Auszubildende zum Industriemechaniker, Fachrichtung Feingerätebau, ausgebildet. Diese sind seit dem 01.08.08 Kevin Göbel und seit dem 01.08.09 Jana Giesecke.



Frau J. Giesecke und Herr B. Rentsch beim Zusammenbau des Modells



V. Hammer und K. Göbel bei der CNC-Ausbildung

Trotz hoher Arbeitsauslastung konnten wir auch in diesem Jahr wieder einem Schüler in unserer Werkstatt ein Praktikum ermöglichen. Hinzu kamen mehrere Termine, an denen sich Schüler einen Tag lang ein Bild von der Arbeit eines Industriemechanikers machen konnten. Außerdem nahm unsere Werkstatt am Girls' Day teil, um jungen interessierten Mädchen einen Einblick in diesen Beruf zu geben.

Lehrveranstaltungen SS 2009 und WS 2009/10

Vorlesungen und Übungen

Experimentalphysik 5	U. Ratzinger
Übungen zur Vorlesung „Experimentalphysik 5“	U. Ratzinger, H. Podlech O. Meusel
Teilchenstrahlen	U. Ratzinger
Übungen zur Vorlesung "Teilchenstrahlen"	U. Ratzinger, O. Meusel
Angewandte Physik I und II	A. Lacroix, K. Schnell
Übungen zur Vorlesung „Angewandten Physik I und II“	A. Lacroix, K. Schnell
Einführung in die Plasmaphysik	J. Jacoby
Übungen zur Vorlesung "Einführung in die Plasmaphysik"	J. Jacoby
Einführung in die Physik I und II	J. Jacoby, H. Podlech
Übungen zur Vorlesung „Einführung in die Physik" I und II	J. Jacoby, H. Podlech
Sprachakustik und Sprachsignalverarbeitung I und II	A. Lacroix, K. Schnell
Musterklassifikation und Signalschätzung	H. Reininger
Statistische und neuronale Konzepte der Signalverarbeitung	H. Reininger
Elektronik I und II	C. Teske
Übungen zu „Elektronik I“	C. Teske
Physik der Energiegewinnung	H. Podlech
Anwendung der Supraleitung in Beschleuniger- und Fusionstechnologien	H. Podlech
Atomphysik für Studierende des Lehramtes an Haupt- und Realschulen	A. Schempp

Übungen zur "Atomphysik für Studierende des Lehramtes an Haupt- und Realschule"	A. Schempp
Beschleunigerphysik mit Exkursion	A. Schempp
Übungen zur Vorlesung „Beschleunigerphysik“	A. Schempp
Ergänzungen zum physikalischen Praktikum für Fortgeschrittene	A. Schempp
Ionenstrahloptik	J. Struckmeier
Ionenstrahltherapie	A. Bechtold
Physik der Vakuumherzeugung	H. Zimmermann
Physik und Technik von Ionenquellen	O. Kester
Ionenquellen und ihre Anwendung	O. Kester
Ergänzung zum Anfängerpraktikum 2 für Studierende der Physik	J. Jacoby, M. Iberler
Ergänzungen zum Blockpraktikum	M. Iberler
Praktika	
Anfängerpraktikum 2, 4stdg.	J. Jacoby
Blockpraktikum Teil 2 für Studierende der Physik, Kurs A und B	M. Iberler
Anfängerpraktikum für Studierende der Biophysik	M. Iberler M. Lang G. Bruls
Physikalisches Praktikum für Studierende des Lehramts an Haupt- und Realschulen	J. Jacoby M. Lang
Physikalisches Praktikum, 4-stdg, Teil 2 für Nebenfach Physik	M. Iberler

Physikalisches Praktikum für Studierende der Biologie	M. Droba R. Tiede
Physikalisches Praktikum für Studierende der Pharmazie	K. Volk M. Lang G. Bruls
Physikalisches Praktikum für Studierende der Chemie	M. Iberler M. Lang G. Bruls
Physikalisches Praktikum für Studierende der Geowissenschaften	M. Iberler M. Lang G. Bruls
Physikalisches Kurzpraktikum	J. Jacoby M. Lang G. Bruls
Physikalisches Praktikum für Fortgeschrittene	A. Schempp
Physikalisches Praktikum für Fortgeschrittene Kurs für Studierende der Lehramter und für Studierende mit Nebenfach Physik im Diplom	A. Schempp
Elektronik-Praktikum für Physiker 2, Teil A + B	A. Schempp
Seminare	
Blockseminar/Winterschule: Aktuelle Probleme der Beschleuniger- und Plasmaphysik	U. Ratzinger, H. Klein J. Jacoby, A. Schempp I. Hofmann, H. Podlech J. Struckmeier
Blockseminar/Winterschule: Aktuelle Fragen der Kommunikationsphysik	A. Lacroix
Aktuelle Probleme der Beschleuniger- und Plasmaphysik	U. Ratzinger, H. Klein, J. Jacoby, A. Schempp, I. Hofmann, J. Struckmeier
Ausgewählte Fragen der Kommunikationsphysik	A. Lacroix H. Reininger, D. Wolf

Seminar zum Physikalischen Praktikum für Fortgeschrittene	A. Schempp
Ausgewählte Fragen der Beschleunigerphysik	A. Schempp
Interuniversitäres Seminar zur Plasmaphysik, gemeinsam mit der GSI und TU Darmstadt	J. Jacoby J.A. Maruhn
Interuniversitäres Schwerionenseminar gemeinsam mit der GSI	J. Jacoby, U. Ratzinger, u. a.
Mitarbeiterseminar	J. Jacoby
Mitarbeiterseminar	H. Klein
Mitarbeiterseminar	U. Ratzinger
Mitarbeiterseminar	A. Schempp
Mitarbeiterseminar	A. Lacroix
Arbeiten im Laboratorium	A. Lacroix
Arbeiten im Laboratorium	A. Schempp

Abgeschlossene Examensarbeiten

Habilitationen

Karl Schnell

Modellbasierte Sprachanalyse und -synthese

Dissertationen

Rustam Berezov

Investigation to Observe Spin Entanglement from Elastic Scattering of Electrons

Martin Eichler

Breitbandige Beamforming-Algorithmen zur Erfassung von Audiosignalen mit kompakten Mikrofon-Arrays

Ninad Joshi

Investigations on Transport and Storage of High Ion Beam Intensities

Rudolf Tiede

Simulationswerkzeuge für die Berechnung hochintensiver Ionenbeschleuniger

Oliver Wondratschek

Der Zusammenhang zwischen Wahrnehmungsgröße und Abstandsinformation

Chuan Zhang

Linac Design for Intense Hadron Beams

Diplomarbeiten

Mehmet Birecik

Untersuchung mit Microwave Studio zur Frequenz und Potentialanpassung von 4 Rod RFQ Modellen

Marco Busch

Modellmessungen und Simulationsrechnungen zur Optimierung der supraleitenden CH-Struktur

Andreas Fedjuschenko

Experimentelle Untersuchungen an kapazitiven und induktiven Plasmabeschleunigern

Philipp Kolb

Untersuchungen zur Verlängerung und Zusammenführung der Elektroden in einem Zweistrahl-RFQ

Benjamin Koubek

Entwicklung und Untersuchung eines Pulsgenerators zur Ansteuerung dielektrisch behinderter Entladungen

Claus Ohrnberger

Schwingungsanalyse bei Kraftfahrzeugen

Janet Schmidt

Aufbau des EBIS-RFQ-Beschleunigers für das Brookhaven National Laboratory

Vanessa Senger

Ionenstrahldiagnose mit Zellularen Neuronalen Netzen

Bernd Sicherl

Untersuchungen zum Nachweis von weicher Röntgenstrahlung mit verschiedenen Detektoren

Bachelorarbeiten

Max Lutterbeck

Magnetfeldanalyse einer Multicusp-Ionenquelle

Daniel Noll

Entwicklung eines Multiaperatur-Rebunchers für das FRANZ-Projekt

Christian Schickedanz

Übertragungsverhalten von Fahrwerken in Kraftfahrzeugen

Florian Senzel

Orts- und zeitaufgelöste Elektronendichte eines gepulsten induktiv gekoppelten Entladungsplasmas

Geförderte Forschungsprojekte und Kooperationen

Bereich Beschleuniger- und Plasmaphysik	Förderer/Kooperationspartner
Aufbau der Neutronenquelle FRANZ	HBFG, SGZ, LOEWE - HIC for FAIR
Primärstrahlerzeugung für FAIR und grundlegende Hadronenbeschleuniger-Neuentwicklung	BMBF (bis 06/2009)
RFQ-Niederenergie-Ionenbeschleuniger mit elektrischer Hochfrequenzfokussierung	BMBF
Untersuchungen zum RFQ-Ionenstrahl-Funneling für Hochstrombeschleuniger	BMBF
FAIR: Entwicklung eines Röntgenlasers mit hoher Photonenenergie zur Spektroskopie von hochionisierten Atomen	BMBF (bis 06/2009)
Entwicklung eines Detektors zum Nachweis von weicher Röntgenstrahlung	BMBF (ab 07/2009)
HITRAP-Beschleunigerstrukturen und Vorbereitung für das Abbremsen von Antiprotonen bei FAIR	BMBF (bis 06/2009)
FAIR: Aufbau und Test eines neuartigen MHD-Plasma- Ventils	BMBF (von 07/2006 bis 06/2009)
Prototypentwicklungen für leistungstärkere FAIR- Injektoren	BMBF (ab 07/2009)
FAIR-Beschleuniger: Entwicklung von Ringbeschleunigerkomponenten	BMBF (ab 07/2009)
FAIR-Beschleuniger: Dichter und hochionisierter Plasmastripper für Ionenstrahlen höchster Intensität	BMBF (ab 06/2009)
Linear Accelerators for the Synchrotron Injection of Megawatt Proton- and Heavy Ion-Beams for the Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR)	GSI

HITRAP-IH-Struktur	GSI
Production and Test of the HITRAP 4 Rod Radio Frequency Decelerator	GSI
RFQ für hohe Pulsströme für FAIR und RFQ für hohes Tastverhältnis Intensitätserhöhung UNILAC	GSI
Konzipierung und Bau eines Hochstrom-Linac für Protonen	GSI
Aufbau eines gekoppelten CH-Leistungsmoduls für FAIR-p-injector	GSI
Entwicklung eines neuartigen Plasmastrippers	GSI
Energieverlustmessung/Erzeugung hoher Ladungszustände von SI nach Durchgang durch ein neuartiges Plasmataarget.	GSI
Untersuchung der Plasmaparameter einer niederfrequenten induktiven Entladung	DFG
Bau und Installation eines EBIS-Linac, bestehend aus RFQ, IH-DTL und Rebuncher-Kavitäten für RHIC-BNL, Brookhaven	Brookhaven National Laboratory
Coordinated Accelerator Research in Europe, High Intensity Pulsed Proton Accelerators CARE HIPPI	6. Rahmenprogramm, EU
Integrated Projekt on European Transmutation IP Eurotrans	6. Rahmenprogramm, EU
Study on the IFMIF Accelerator Facility	IFMIF Collaboration EU, USA, Japan
Assessment of Beam Losses	IFMIF, FZ Karlsruhe
Design, Production and Test of the RF-Coupled 3 rd and 4 th CH-Cavity for the FAIR Proton Linac	GSI
Design of a 3 AMeV Linac for A/q u to 8.5	Inst. of Modern Physics, Lanzhou, China
RFQ für radioaktive Strahlen	MSU

Bereich Kommunikationsphysik

Förderer/Kooperationspartner

Interdisziplinäre Arbeitsgruppe Sprachverarbeitung IASV

Prof. H.-W. Wodarz, Institut für
Phonetik, Goethe-Universität
Frankfurt am Main
Prof. H. Reininger und Mitarbeiter,
ATIP GmbH, Frankfurt am Main

Sprachverarbeitung und Phonetik

Prof. R. Hoffmann, Institut für
Akustik und Sprachkommuni-
kation, Technische Universität
Dresden
Prof. Z. Palkova, PD Dr. J. Volin,
Institut für Phonetik, Karls-
Universität Prag
Dr. Dr. R. Vich, Institut für
Radiotechnik und Elektronik,
Tschechische Akademie der
Wissenschaften, Prag
Prof. H.-W. Wodarz, Institut für
Phonetik, Goethe-Universität
Frankfurt am Main

Informationsverarbeitung im Gehör, Audiologische Akustik
und Psychoakustik

Prof. U. Baumann, HNO-Klinik,
Goethe-Universität Frankfurt am
Main
Prof. H. Fastl, Institut für Mensch-
Maschine-Kommunikation, TU
München
Dr. W. H. Döring, HNO-Klinik,
RWTH Aachen

Sprachakustik und Sprachverarbeitung

Prof. H. Reininger und Mitarbeiter
ATIP GmbH, Frankfurt am Main

Analyse und Modellierung nichtlinearer Systeme

Prof. L. Chua, University of
California, Berkeley

Analyse, Modellierung und Simulation des
Schwingungsverhaltens von Kraftfahrzeugen

Daimler Benz AG
Herr Dipl.-Ing. H. Brauner

Mitarbeit in Fachausschüssen (FA), Fachgruppen (FG) und Gremien

Interdivisional Group on Accelerators (EPS-IGA)	European Physical Society	Prof. Ratzinger
Tesla Technology Collaboration	Superconducting RF Technology	Prof. Ratzinger Dr. Podlech
Nuclear Waste Transmutation EUROTRANS	EU	Prof. Klein
International Fusion Materials	EU, USA, Japan	Prof. Klein
Scientific Advisory Committee of TCADS-1	OECD Nuclear Energy Agency	Prof. Klein
SPIRAL 2, Technical Advisory Committee	GANIL	Prof. Ratzinger
Kommittee für Hadronen und Kerne	KHuK	Prof. Ratzinger
Gutachter	Program Advisory Com. MAMI/ELSA in Mainz/Bonn	Prof. Ratzinger
Gutachter	J-PARC, Japan	Prof. Ratzinger
Gutachter	ESS, Bilbao	Prof. Ratzinger
Programmbereichsleiter	LOEWE HIC for FAIR	Prof. Ratzinger
Gutachter	Akademie der Wissenschaften der Tschechischen Republik	Prof. Lacroix, Prof. Wolf
Gutachter	Grant Agency of the Czech Republic	Prof. Lacroix
Deutscher Landesausschuss Kommission C Signale und Systeme Vorsitzender	Union Radio-Scientifique Internationale	Prof. Reininger Prof Wolf
DAGA-Beirat	DAGA (Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Akustik)	Prof. Lacroix

Fachbereich 4 Audio-Kommunikation	Informationstechnische Gesellschaft ITG	Prof. Wolf (Sprecher)
FA 4.2 Hörakustik	ITG	Prof. Lacroix
FG 4.2.1 Audiologische Akustik	ITG	Prof. Lacroix
FA 4.3 Sprachakustik	ITG	Prof. Lacroix (Leiter) Prof. Reininger Prof. Wolf
FA 4.4 Sprachverarbeitung	ITG	Prof. Lacroix, Prof. Reininger Prof. Wolf
FG 8.4.9 Mikroelektronik für künstliche neuronale Netze	ITG	Prof. Reininger
Besprechungs- und Prüfungsgruppen, Gutachter	DFG, BMBF u.a.	Prof. Klein Prof. Lacroix Prof. Ratzinger Prof. Reininger Prof. Wolf
Vizepräsident	Physikalischer Verein	Prof. Klein
Philipp-Siedler-Preisgremium	Physikalischer Verein	Prof. Wolf
Reviewer	Zeitschriften Signal Processing, IEEE Transactions on Signal Processing, Transactions on Audio, Speech and Language Processing	Prof. Lacroix
Reviewer	IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing	Dr. Schnell
Direktor im Zentrum für Lehrerbildung und Schul- und Unterrichtsforschung (ZLF), zuständig für Strukturfragen und Mittelverteilung	Universität	Prof. Lacroix

Partnerschaftsbeauftragter für Prag	Universität	Prof. Wolf
Johann-Philipp-Reis-Preis Komitee	ITG	Prof. Wolf
Adolf-Messer-Stiftungspreis Komitee	Universität	Prof. Wolf
Fachbereichsrat	FB Physik	Prof. Jacoby (V) Prof. Ratzinger I. Müller T. Harji (V)
Studienausschuss	FB Physik	Prof. Lacroix Prof. Ratzinger (V)
Frauenrat	FB Physik	T. Harji
Diplomprüfungsausschuss	FB Physik	R. Tiede (V)
Prüfungsausschuss Bachelor/Master-Studiengang Physik der Informationstechnologie	FB Physik	Prof. Lacroix
Berufungskommission W3-Astrophysik	IAP	Prof. Ratzinger Prof. Jacoby
Berufungskommission Oerlikon Stiftungsprofessur	FB Physik	Prof. Jacoby (Vorsitzender)
Berufungskommission W3-Plasmaphysik	GSI Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH	Prof. Jacoby Katrin Schulte
Berufungskommission W2-Beschleunigerphysik	IAP	Prof. Jacoby (Vorsitzender)
Stipendiat der Stiftung Polytechnische Gesellschaft Frankfurt im Rahmen des Educatoren-Programms	Polytechnische Gesellschaft Frankfurt am Main	Dr. Podlech
Mitglied des Arbeitskreises Biowasserstoff		Dr. Podlech
Mitglied der Energiekommission des Fachbereichs Physik	FB Physik	Dr. Podlech

(V) = Vertreter

Mitarbeit in nationalen und internationalen Konferenzgremien

European Particle Accelerator Conference (EPAC)	Organizing Committee	Prof. Ratzinger
European Conference on Accelerators in Applied Research and Technology (ECAART)	International Committee and Program Committee	Prof. Klein
International Conference on Linear Accelerators (LINAC)	Advisory Committee	Prof. Klein
IAEA (International Atomic Agency), Wien	Conference Technical Programme Committee	Prof. Klein
International Conference on Ion Sources (ICIS)	International Advisory Committee	Prof. Becker
International Workshop on Electron Beam Ion Sources (EBIS)	Advisory Committee	Prof. Becker
International Conference on Linear Accelerators (LINAC)	Scientific Program Committee	Prof. Schempp
International Symposium on Heavy Ion Inertial Fusion	International Advisory Committee	Prof. Klein
International Conference on Noise in Physical Systems and 1/f-Fluctuations (ICNF)	Honorary Advisory Committee	Prof. Wolf
Workshop Speech Processing, Prag	Mitveranstalter	Prof. Lacroix Prof. Wolf
ITG-Fachtagung Sprachkommunikation	Programmausschuss	Prof. Lacroix Prof. Wolf
DAGA-Jahrestagung	Wissenschaftlicher Beirat	Prof. Lacroix
12 th International Workshop on the Physics of Non-Ideal Plasmas (PNP 12)	Organizing Committee	Prof. Jacoby

Besondere Ereignisse

Allgemein

Frau Stephanie Müller bringt am 9. Januar Tochter Lara Inia zur Welt. Sie hatte zu diesem Zeitpunkt ein Gewicht von 3.330 Gramm und eine Größe von 50 cm. Am 27.3. besuchen Mutter und Tochter gemeinsam das Institut und werden von den Institutsmitgliedern sehr herzlich empfangen.

Am 21.1. erhält Dr. Podlech nach seiner sehr gut aufgenommenen Antrittsvorlesung über *"Neue Entwicklungen im Bereich supraleitender Hochleistungs-Ionenlinearbeschleuniger"* durch den Dekan die Habilitationsurkunde und die Ernennung zum Privatdozenten.

Prof. Lacroix begeht am 1.5. sein 40-jähriges Dienstjubiläum. Dazu gratuliert ihm Vizepräsident Prof. Dr. W. Aßmus am 4.5.

Prof. Schaarschmidt vollendet am 4. Mai sein 80. Lebensjahr. Am 5. Juni lädt er ehemalige Weggefährten zu Kaffee und ausgiebigem Kuchenbuffet ein. Bei dieser Gelegenheit stellt er auch seine sympathische Lebensgefährtin, Frau Inge Hösterey vor.

Am 3.7. beteiligt sich Prof. Lacroix am Wissenschaftstag 2009 der Liebigschule im Frankfurter Ortsteil Hausen und hält einen Vortrag mit dem Titel "Mobilfunk – das Handy verbindet"; Dr. Schnell unterstützt ihn dabei mit Live-Demonstrationen und Experimenten. Die Beteiligten hoffen, bei den Schülern das Interesse an der Physik gefördert zu haben.

Der Institutsausflug findet am 3. September statt. Wir fahren zur Firma Juwi in Wörrstadt mit Besichtigung "des energieeffizientesten Bürogebäudes der Welt" (Zitat: Fa. Juwi, Sonderheft zum Neubau der Firmenzentrale in Wörrstadt) und eines riesigen Windkrafttrades. In einem Vortrag werden die Besonderheiten des Juwi-Bürogebäudes sowie die Konzepte der Fa. Juwi zum Thema erneuerbare Energien erläutert und eingehend diskutiert. Anschließend fahren wir zum Mittagessen zur Lauschhütte in Daxweiler, um uns dort am Nachmittag sportlich im Kletterwald und bei der Kunststoffschweinejagd mit Pfeil und Bogen zu betätigen. Herr Ilja Müller, der am 5. August 60 Jahre alt geworden ist, hat diesen Ausflug in bewährter Weise vorbereitet und organisiert.

Prof. Lacroix wird nach insgesamt vier Jahren Tätigkeit am Zentrum für Lehrerbildung und Schul- und Unterrichtsforschung (ZLF) am 2.7. feierlich verabschiedet und erhält mit Datum vom 17.8. ein Dankschreiben vom zuständigen Vizepräsidenten Prof. Dr. Lutz Bachmann. Prof. Lacroix war in das ZLF als Fachwissenschaftler delegiert und war dort verantwortlich für das Ressort Strukturfragen und Mittelverteilung.

Am 13.9. vollendet Prof. Wolf das 80. Lebensjahr. Im Rahmen eines Empfangs, zu dem er eine größere Zahl von Kollegen, Freunde, Bekannte und Verwandte in sein Haus eingeladen hat, halten Prof. Ratzinger, Prof. Lacroix und Prof. Klein kurze Ansprachen und erinnern an verschiedene Begebenheiten aus dem jahrzehntelangen reichen Berufs- und Institutsleben des Jubilars. Bei dieser Gelegenheit werden Geschenke und auch eine von Prof. Lacroix herausgegebene Festschrift überreicht, in der 21 wissenschaftliche Beiträge zur Signaltheorie, Signalverarbeitung, Sprachakustik und Elektroakustik enthalten sind, die von Prof. Wolfs

Schülern, Kollegen und langjährigen Weggefährten verfasst wurden; darüber hinaus enthält die Festschrift auch ein Curriculum Vitae und eine Bibliographie, die den Lebensweg und die beeindruckende Lebensleistung von Dietrich Wolf belegen. Die Vollendung des 80. Geburtstags wird auch in kurzen Beiträgen im UniReport der Goethe-Universität (8.10.), sowie im International Journal of Electronics and Communications (früher Archiv der Elektrischen Übertragung, AEÜ) im Heft 4 (2009) gewürdigt.

Prof. Lacroix vollendete an Silvester 2008 sein 65. Lebensjahr. Er beginnt seinen Ruhestand jedoch nicht mit dem Ende des Wintersemesters, sondern erhält durch den Dekan und den Universitätspräsidenten eine Verlängerung seiner Dienstzeit um ein Semester und hält am 15.7. seine letzte Vorlesung über Informationstheorie und Codierung. Am 16.9. überreicht ihm der Vizepräsident Prof. Dr. M. Schubert-Zsilavec die Urkunde aus Anlass des Eintritts in den Ruhestand am 1.10. Am 2.12. veranstaltet der Fachbereich Physik ein diesbezügliches Kolloquium mit Fachbeiträgen von Prof. Dr. R. Hoffmann (TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation) über *Sprachsynthese und Systemtheorie* und Dr. Martin Eichler (Goethe-Universität Frankfurt am Main, Institut für Angewandte Physik) über *Breitbandiges Beamforming mit kompakten Mikrofon-Arrays*. In Ansprachen der Vizepräsidentin Prof. Dr. Roser Valenti und des Dekans Prof. Dr. Dirk Rischke wird das langjährige berufliche, wissenschaftliche und hochschulpolitische Wirken von Prof. Lacroix gewürdigt. Die Moderation des Kolloquiums wird von Prof. Dr. U. Ratzinger geleitet. Anschließend lädt Prof. Lacroix zu einem Empfang ein, bei dem die zahlreich erschienenen Teilnehmer einen fruchtbaren Gedankenaustausch pflegen.

Am 5.10. laden die *Freunde der Universität* die Professorinnen und Professoren zu einem gemeinsamen Abend ein, mit Beiträgen vom Vorstandsvorsitzenden Hilmar Kopper und Vorstandsmitglied Renate von Metzler über Förderziele und Förderer der Vereinigung, sowie einen Festvortrag von Prof. Dr. Klaus Lehmann, Präsident des Goethe-Instituts, mit dem Titel "Gewonnenes Erbe – gestaltete Zukunft: Der Name *Goethe* als Auftrag". Das Institut war durch die Professoren Klein, Lacroix und Ratzinger vertreten.

Unser Mitarbeiter Harry Kronenberger verstarb am 23.10. nach kurzer, schwerer Krankheit. Er wurde am 26.2.1961 in Seligenstadt geboren und war seit 1.1.1980 in der Abteilung wissenschaftliche Photographie von Prof. Granzer als Photolaborant tätig. Nach dessen Pensionierung in 1994 hat er im Photopraktikum gearbeitet. 2003 wechselte er in die Beschleunigergruppe und hat hier im Fortgeschrittenenpraktikum seine Erfahrungen in Elektronenmikroskopie und klassischer Photographie eingebracht. Seine umfangreichen Kenntnisse haben auch die zahlreichen Schüler-Praktikanten beeindruckt. Wir verlieren mit Harry Kronenberger einen geschätzten Mitarbeiter und Kollegen, der uns in guter Erinnerung bleiben wird.

Am 28.10. hält Dr. Schnell vor dem Fachbereichsrat seinen Habilitationsvortrag mit dem Thema *Sprachlose Sprachkommunikation* und erhält am 9.12. nach seiner sehr gut aufgenommenen Antrittsvorlesung über *Synthetische Sprache und automatische Spracherkennung* durch den Dekan die Habilitationsurkunde und die Ernennung zum Privatdozenten.

Prof. Lacroix hält am 15.12. vor den Mitgliedern der Professorengruppe *Liberale Hochschulreform* (LH) einen Vortrag zur jüngeren Geschichte der Goethe-Universität, zur

akademischen Selbstverwaltung und auch über das Engagement der Professoren in der Gruppenuniversität in der Zeitspanne von 1971 bis heute.

Beschleuniger- und Plasmaphysik

Vom 8.-14. März findet das Winterseminar der Beschleuniger- und Plasmaphysik im Haus Bergkranz in Riezlern statt.

Kommunikationsphysik

Vom 26.-31. Januar befinden sich die Mitglieder der Kommunikationsphysik in Riezlern zum Winterseminar im Haus Bergkranz. Teilnehmer: M. Eichler, F. Gollas, Prof. Lacroix, C. Lüke, B. Neumann, C. Ohrnberger, F. Ranostaj, H. Reichau, C. Sarti, C. Schickedanz, Dr. K. Schnell, O. Wondratschek.

In der Zeit vom 5.-24.8. ist Frau Cecília Hauer von der Technischen Universität Budapest im Rahmen ihres Studiums als Praktikantin in der Kommunikationsphysik tätig. Neben den Projekten im Bereich Kommunikationsphysik lernt sie auch andere Projekte im Fachbereich kennen. Dr. Iberler führt sie durch die Gebäude und die Institute der GSI, Gesellschaft für Schwerionenforschung, in Darmstadt. Frau Hauer ist sehr engagiert und hat unter der Anleitung von Herrn Eichler sehr aufschlussreiche Messungen zur Analyse der Freifeld-Eigenschaften der akustischen Messkammer durchgeführt und in einem Bericht dokumentiert.

Herrn Gollas wird am 5.5. auf der SPIE Europe Microtechnologies for the New Millennium 2009 in Dresden mit dem Beitrag *Spatio-Temporal Analysis of Brain Electrical Activity in Epilepsy Based on Cellular Nonlinear Networks* der “Best Paper Award” zuerkannt.

Reisen zu Konferenzen, Symposien, Workshops und Arbeitstreffen

Beschleuniger- und Plasmaphysik

- 12.-19.1 M. Vossberg, J. Schmidt, Brookhaven National Laboratory, Upton, USA; Messungen am BNL-RFQ
- 27.-29.1. Dr. H. Podlech, Prof. Dr. H. Klein, Berlin, Eröffnung des Helmholtz-Zentrums "Materie und Energie"
- 5./6.2. Prof. Dr. U. Ratzinger, Caen, Frankreich, SPIRAL2-Meeting
- 2.-6.3. J. Pfister, Hamburg, DPG-Frühjahrstagung "Atome und Moleküle"
- 8.-14.3. Arbeitsgruppenseminar Ratzinger/Jacoby/Schempp in Riezlern, Österreich
- 17.03. Prof. Dr. U. Ratzinger, Bochum, DPG-Frühjahrstagung "Hadronen und Kerne"
- 25.-27.3. Prof. Dr. H. Klein, Dr. H. Podlech, Madrid, Spanien, EUROTRANS-Meeting
- 30.3.-2.4. Prof. Dr. J. Jacoby, Dr. M. Iberler, Dr. B.-J. Lee, A. Mayr, A. Schönlein, K. Esser, C. Hock, B. Koubek, B. Klump, W. Schweizer, Greifswald, DPG-Frühjahrstagung "Plasmaphysik"
- 24.4.-1.5. J. Schmidt, Palermo, Italien, International School on Hadron Therapy
- 24.-28.4. Prof. Dr. U. Ratzinger, R. Tiede, D. Mäder, Bad Honnef, Heraeus-Seminar "Accelerators and Detectors at the Technology Frontier"
- 2.-10.5. Prof. Dr. U. Ratzinger, M. Busch, R. Brodhage, C. Wiesner, Prof. Dr. A. Schempp, N. Müller, J. Maus, Vanouver, Kanada, Particle Accelerator Conference
- 3.-9.5. Prof. Dr. H. Klein, Dr. H. Podlech, Dr. O. Meusel, Dr. A. Bechtold, F. Dziuba, Wien, Österreich, IAEA Meeting on Nuclear Research
- 14.5. Prof. Dr. H. Klein, Orsay, Frankreich, EUROTRANS-Meeting
- 16.5-20.5 Dr. H. Podlech, NSCL Michigan State University, East-Lansing, USA
- 8./9.6. Prof. Dr. H. Klein, Mol, Belgien, EUROTRANS-Meeting
- 16.-19.6. M. Busch, Orsay, Frankreich, TTC Collaboration Meeting
- 16.-25.6. L.P.Chau, C. Wiesner, Brügge, Belgien, CERN Accelerator School on Magnets
- 28.6.-30.6. Dr. H. Podlech, John-Adams-Institute for Accelerator Science, University of Oxford, Großbritannien
- 13.7-17.7. Dr. H. Podlech, Northern Illinois University (NIU) und Fermi National Accelerator Laboratory (FNAL), USA
- 29.8.-5.9. J. Maus, San Francisco, USA, ICAP Conference
- 17./18.9. Prof. Dr. U. Ratzinger, Hamburg, Meeting "Beschleunigerentwicklung an deutschen Hochschulen für die Grundlagenforschung an Großgeräten"
- 19.-26.9. Dr. O. Meusel, Gatlinburg, USA, ICIS 2009 Conference
- 20.-26.9. Dr. H. Podlech, M. Busch, F. Dziuba, Berlin, 14th Intern. Conference on RF Superconductivity (SRF09)
- 27.9.-9.10. J. Schmidt, D. Ficzek, Darmstadt CERN Accelerator School "Intermediate Accelerator Physics course"
- 18.-29.10. P. Kolb, Vancouver, Kanada, Arbeitsbesuch TRIUMF Accelerator Laboratory

- 2.11. Prof. Dr. U. Ratzinger, Prof. Dr. A. Schempp, Heidelberg, Einweihung des HIT-Zentrums an der Uniklinik Heidelberg
- 14.-19.11. Dr. O. Meusel, Washington, USA, Winter Meeting of the American Nuclear Society
- 23.-25.11. J. Pfister, Hirschberg, Workshop "Low Current, Low Energy Beams Diagnostics
- 25.-26.11. Dr. H. Podlech, 2. SAC der OECD in Karlsruhe
- 29.11.-5.12. L.P. Chau, Tokai, Japan, ITC-9 International Training Course
- 14.-19.12. Dr. H. Podlech, C. Wiesner, Santiago de Chile, Chile, 8th Latin American Symposium on Nuclear Physics and Applications

Kommunikationsphysik

- 29.1.-3.2. Winterseminar *Aktuelle Fragen der Kommunikationsphysik* im Haus Bergkranz in Riezlern, Österreich. (Prof.Lacroix, Dr.Schnell, M.Eichler, F.Gollas, C.Lüke, C.Ohrnberger, F.Ranostaj, H.Reichau, C.Sarti, C.Schickedanz, O.Wondratschek).
- 26.-27.2. Teilnahme von Prof. Lacroix am 36. Erlanger Kolloquium audiologisch tätiger Physiker und Ingenieure.
- 23.-26.3. Teilnahme von Prof. Lacroix, Dr. Schnell, Herrn Eichler und Herrn Lüke an der DAGA in Rotterdam, Niederlande, mit eigenen Beiträgen. Prof. Lacroix leitet eine Sitzung.
- 19.4.-24.4. Dr. Schnell nimmt mit eigenen Vorträgen an der IEEE-Konferenz ICASSP in Taipei, Taiwan, teil.
- 4.-7.6. 4th International Workshop on Seizure Prediction in Kansas City, USA, - Herr Gollas nimmt teil mit eigenem Beitrag.
- 22.-29.8. Teilnahme von Herrn Gollas an der European Conference on Circuit Theory and Design (ECCTD'09) in Antalya, Türkei, mit eigenem Beitrag.
- 6.-10.9. Dr. Schnell nimmt mit eigenem Beitrag an der ISCA-Konferenz INTERSPEECH in Brighton, UK, teil.
- 21.-24.9. Teilnahme von Prof. Lacroix, Dr. Schnell, Herrn Eichler und Herrn Lüke an der 20. Konferenz ESSV 2009 und an dem Traditionstag 10 Jahre akustisch-phonetische Sammlung in Dresden mit eigenen Beiträgen. Prof. Lacroix leitet eine Sitzung.
- 29.9.-1.10. Prof. Lacroix und Herr Lüke nehmen am Tschechisch-Deutschen Workshop Speech Processing in Prag, Tschechische Republik, mit eigenen Beiträgen teil. Prof. Lacroix leitet eine Sitzung.

Gäste

Beschleuniger- und Plasmaphysik

- 1.4.-30.6. Herr Minaev vom ITEP Moskau arbeitet an Linearbeschleunigerentwicklungen zu normal- und supraleitenden CH-Strukturen mit. Außerdem wirkt er am erfolgreichen Elektrodenaustauschprogramm am GSI-ICH-RFQ mit.
- 25.9. Prinz Turki aus Saudiarabien bespricht Kooperationsabkommen zu supraleitenden Linearbeschleunigerentwicklungen mit Prof. Ratzinger.
- 6.5.-23.7. Yong Liu vom Institute of Modern Physics in Lanzhou weilt im Rahmen des Kooperationsabkommens zur Entwicklung eines Injektorlinacs für IMP an unserem Institut.
- 5.11.-5.12. Yuan He vom IMP Lanzhou diskutiert den Abschlussbericht zur IMP-Linac-Entwicklung mit den IAP-Beteiligten

Kommunikationsphysik

- 6.4. Herr Dipl.-Ing. H. Brauner von der Daimler-Benz AG in Sindelfingen besucht das Institut und spricht mit Prof. Lacroix und Herrn Schickedanz über dessen Masterarbeit, insbesondere über die geplanten Zielsetzungen und die dabei anzuwendenden Methoden.
- 22./23.9. Dieter Krug und Anton Chernihovsky (Doktoranden der Universität Bonn) waren zu Gast und arbeiteten mit dem EyeRIS-System um Algorithmen zur Prädiktion von epileptischen Anfällen auf einer Hardware-Implementierung von Cellular Neuronal Networks (CNN) zu testen.
- 8./9.11. Prof. Lacroix begrüßt am 8./9.11. den Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Akustik (DEGA), bestehend aus Präsident Prof. Scheuren, Frau Dr. Hirsekorn und den Herren Prof. von Estorff, Prof. Kohlrausch, Prof. Schmitz, Dr. Widmann und Geschäftsführer Dr. Klemenz, die sich im Institut zu einer Sitzung treffen. Herr Eichler erhält die Gelegenheit, in einer Sitzungspause seine Untersuchungsergebnisse zu kompakten Mikrofonarrays zu präsentieren.
- 30.11. Herr Dipl.-Ing. H. Brauner von der Daimler-Benz AG in Sindelfingen besucht das Institut und spricht mit Prof. Lacroix und Herrn Schickedanz über den Fortschritt und den Abschluss der Masterarbeit von Herrn Schickedanz. Bei dieser Gelegenheit wird auch über ein mögliches Promotionsthema gesprochen

Publikationen

Beschleuniger- und Plasmaphysik

Tagungs- und Zeitschriftenpublikationen

S. Minaev, U. Ratzinger, H. Podlech, M. Busch and W. Barth

Superconducting, Energy Variable Heavy Ion Linac With Constant Beta, Multi-Cell Cavities of the CH-Type

Physical Review Special Topics - Accelerators and Beams (PRSTAB) 12, 120101 (2009)

C. Zhang, A. Schempp

Design of an Upgradeable 45 – 100 mA RFQ Accelerator for FAIR

Nucl. Instr. Meth. A, Vol. 609, Nr. 2-3 (2009) p. 95-101

C. Teske, J. Jacoby, W. Schweizer, J. Wiechula

Thyristor Stack for Low Frequency Inductive Plasma Generation

Review of Scientific Instruments, 80, 03702 (2009)

R. Berezov, J. Jacoby, T. Rienecker, J. Schunk

Investigation of Spin Entanglement Produced from elastic Scattering of Unpolarized Electrons

Nucl. Instr. Meth. A, 606, (2009) p. 120-123

U.N. Pal, A.K. Sharma, J.S. Soni, Sonu Kr, H. Khatun, M. Kumar, B.L.Meena, M.S. Tyagi, B.J. Lee, M. Iberler, J. Jacoby, K. Frank

Electrical modelling Approach for discharge analysis of a Coaxial DBD Tube filled with Argon

J. Phys. D: Appl. Phys., 42, 045213 (2009)

An. Tauschwitz, V.G. Novikov, A. Tauschwitz, F.B. Rosmej, J. Abdallah, E. Onkels, J. Jacoby, J.A. Maruhn

Intense Ion Beams as a Tool for Opacity Measurements in Warm Dense Matter

Appl. Phys. B, 95, 13-16 (2009)

CAST collaboration: J. Jacoby

Probing eV-Scale Axions with CAST

JCAP 02008 (2009)

R. Tiede, U. Ratzinger, H. Podlech, C. Zhang, G. Clemente

KONUS Beam Dynamics Designs Using H-Mode Cavities

Proc. 42nd ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on High Intensity High-Brightness Hadron Beams 2008, Nashville, USA (2009) p. 223-230

A. Bechtold, U. Bartz, M. Heilmann, P. Kolb, H. Liebermann, D. Mäder, O. Meusel, S. Minaev, H. Podlech, U. Ratzinger, A. Schempp, C. Zhang, G. Clemente

A Coupled RFQ Drifttube Combination for FRANZ

Proc. LINAC, Victoria, Canada, September 29 – October 3, 2008, MOP001, p. 46-48

O. Meusel, A. Bechtold, L. Chau, H. Podlech, U. Ratzinger, C. Wiesner, A. Schempp

Injector Development for High Intensity Proton Beams at SGZ

Proc. LINAC, Victoria, Canada, September 29 – October 3, 2008, MOP002, p. 49-51

J. Pfister, R. Nörenberg, U. Ratzinger

Commissioning of the HITRAP Decelerator Using a Single-Shot Pepper Pot Emittance Meter

Proc. LINAC, Victoria, Canada, September 29 – October 3, 2008, TUP074, p. 564-66

H. Podlech, M. Amberg, A. Bechtold, M. Busch, F. Dziuba, U. Ratzinger, C. Zhang

Recent Development on Superconducting CH-Structures and Future Perspectives

Proc. LINAC, Victoria, Canada, September 29 – October 3, 2008, THP011, 797-799

A. Schempp

An Overview of Recent RFQ Projects

Proc. LINAC, Victoria, Canada, September 29 – October 3, 2008, MO302, p. 41-43

M. Vossberg, J. Schmidt, B. Hofmann, A. Schempp, J. Alessi, D. Raparia, L. Snydstrup

The New EBIS-RFQ for BNL

Proc. LINAC, Victoria, Canada, September 29 – October 3, 2008, MOP033, p. 139-141

L. Dahl, W. Barth, P. Gerhard, F. Herfurth, M. Kaiser, O. Kester, H. Kluge, S. Koszudowski, C. Kozuharov, G. Maero, W. Quint, A. Sokolov, T. Stöhlker, W. Vinzenz, B. Hofmann, J. Pfister, U. Ratzinger, A. Sauer, A. Schempp

The HITRAP Decelerator Project at GSI – Status and Commissioning Report

Proc. LINAC, Victoria, Canada, September 29 – October 3, 2008, Mop033, p. 139-141

Kommunikationsphysik

Buchpublikationen

Reinhard Lerch, Gerhard Sessler, Dietrich Wolf

Technische Akustik, Grundlagen und Anwendungen

Springer, Berlin 2009, 949 Seiten, ISBN: 978-3-540-23430-2

Arild Lacroix (Hrsg.)

Beiträge zur Signaltheorie, Signalverarbeitung, Sprachakustik und Elektroakustik,

Dietrich Wolf zum 80. Geburtstag

Studentexte zur Sprachkommunikation, Bd. 52, TUDpress Dresden 2009, 276 Seiten,

ISBN: 978-3-941298-30-9

Tagungs- und Zeitschriftenpublikationen

K. Schnell, A. Lacroix

Speech Analysis and Synthesis by Time-Varying Lattice Filters, Proc. Int. Conf. on Acoustics in Rotterdam Joint NAG/DAGA, Netherlands, 2009 CD-ROM, pp. 1648-1651.

C. Lüke, K. Schnell

Feature Extraction for Speech Recognition, Proc. Int. Conf. on Acoustics in Rotterdam Joint NAG/DAGA, Netherlands, 2009 CD-ROM, pp. 91-93.

M. Eichler, A. Lacroix

Superdirective Beamforming Using an Extended Modal Subspace Decomposition, Proceedings NAG/DAGA 2009, Rotterdam, Niederlande, 2009 CD-ROM, pp. 133-136.

K. Schnell, A. Lacroix

Model-Based Analysis of Speech and Audio Signals for Real-Time Processing Based on Time-Varying Lattice Filters, Proc. IEEE Conf. ICASSP'09, Taipei Taiwan, pp. 3973-3976, 2009.

K. Schnell, A. Lacroix

Iterative Inverse Filtering by Lattice Filters for Time-Varying Analysis and Synthesis of Speech, Proc. IEEE Conf. ICASSP'09, Taipei Taiwan, pp. 4017-4020, 2009.

K. Schnell, A. Lacroix

Artificial Nasalization of Speech Sounds Based on Pole-Zero Models of Spectral Relations between Mouth and Nose Signals, Proc. ISCA Conf. INTERSPEECH'09, Brighton UK, pp. 1115-1118, 2009.

K. Schnell, A. Lacroix

Kombinierte Ansätze zeitvariabler und zeitinvarianter Modellanalysen für die Sprachverarbeitung, Tagungsband 20. Konferenz Elektronische Sprachsignalverarbeitung, Dresden, Studentexte zur Sprachkommunikation BD 53, TUDpress, ISBN 978-3-941298-31-6, Dresden, 2009, pp. 123-128.

C. Lüke, K. Schnell

Merkmalsextraktion für die Spracherkennung, Tagungsband 20. Konferenz Elektronische Sprachsignalverarbeitung, Dresden, Studentexte zur Sprachkommunikation BD 53, TUDpress, ISBN 978-3-941298-31-6, Dresden, 2009, pp. 41-47.

M. Eichler, A. Lacroix

Implementation of a Superdirective Beamformer based on an Extended Modal Subspace Decomposition, Tagungsband 20. Konferenz Elektronische Sprachsignalverarbeitung, Dresden, Studentexte zur Sprachkommunikation BD 53, TUDpress, ISBN 978-3-941298-31-6, Dresden, 2009, pp. 174-181.

C. Lüke, K. Schnell, A. Lacroix

Feature Extraction for Speech Recognition

19th Czech-German Workshop on Speech Processing

Proc. 19th Czech-German Workshop on Speech Processing, Prague 2009 (in print)

F. Gollas., R. Tetzlaff

Analysis of Local Activity in Reaction-Diffusion Networks Identifying EEG Signals in

Epilepsy, 19th European Conference on Circuit Theory and Design 2009 (ECCTD) Antalya,

Turkey, August 2009

F. Gollas., R. Tetzlaff

Spatio-temporal analysis of brain electrical activity in epilepsy based on Cellular Nonlinear

Networks, Proceedings of the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers,

Microtechnologies for the New Millennium 2009 (SPIE 2009), Dresden, Germany, 2009

F. Gollas., R. Tetzlaff

Reaktions-Diffusions Zelluläre Nichtlineare Netzwerke (RD-CNN) zur Analyse von EEG-

Signalen bei Epilepsie, Workshop Innovative Rechnertechnologien, Nanotechnologien für die

IT 2009, Hamburg, Germany

M. Eichler, A. Lacroix

Superdirektives Beamforming: Vom Multipol-Ansatz zu einem allgemeinen Subraum-

Verfahren, in: Arild Lacroix (Hrsg.), Beiträge zur Signaltheorie, Signalverarbeitung,

Sprachakustik und Elektroakustik - Dietrich Wolf zum 80. Geburtstag,

TUDpress, ISBN 978-3-941298-30-9, Dresden, 2009, pp. 89-105.

K. Schnell

Prädiktionsalgorithmen für die Sprachverarbeitung, in: Arild Lacroix (Hrsg.), Beiträge zur

Signaltheorie, Signalverarbeitung, Sprachakustik und Elektroakustik - Dietrich Wolf zum 80.

Geburtstag,

TUDpress, ISBN 978-3-941298-30-9, Dresden, 2009, pp.209-215

A. Lacroix

Störabstände bei gleichförmiger und ungleichförmiger Quantisierung, in: Arild Lacroix

(Hrsg.), Beiträge zur Signaltheorie, Signalverarbeitung, Sprachakustik und Elektroakustik -

Dietrich Wolf zum 80. Geburtstag,

TUDpress, ISBN 978-3-941298-30-9, Dresden, 2009, pp. 35-46.

F. Gollas., R. Tetzlaff

Verfahren zur raum-zeitlichen Analyse hirnelektrischer Aktivität bei Epilepsie mit Zellulären

Nichtlinearen Netzwerken, in: Arild Lacroix (Hrsg.), Beiträge zur Signaltheorie,

Signalverarbeitung, Sprachakustik und Elektroakustik - Dietrich Wolf zum 80. Geburtstag,

TUDpress, ISBN 978-3-941298-30-9, Dresden, 2009, pp. 106-117

Vorträge und Posterpräsentationen

Beschleuniger- und Plasmaphysik

H. Podlech

Neue Entwicklungen im Bereich Supraleitender Hochleistungs-Ionenlinearbeschleuniger
Antrittsvorlesung, Fachbereich Physik, Goethe-Universität Frankfurt, 21.1.2009

J. Pfister

Commissioning of the HITRAP Decelerator Using a Pepperpot Emittance Meter: A Status Report

Frühjahrstagung DPG "Atome und Moleküle", Hamburg 3.3.2009

H. Podlech

Status of the CH-Injector Development for EUROTRANS

EUROTRANS-Meeting, Madrid, Spanien, 26.3.2009

B. Koube

Aufbau und Untersuchung einer koaxialen dielektrischen Barriereentladung

DPG-Frühjahrstagung Greifswald, 30.3. – 2.4.2009

K. Esser

Untersuchung eines mehrstufigen Lorentz-Drift-Schalters

DPG-Frühjahrstagung Greifswald, 30.3. – 2.4.2009

M. Iberler

Untersuchungen an einer gepulsten Ionenquelle basierend auf einer Pseudofunkengeometrie

DPG-Frühjahrstagung Greifswald, 30.3. – 2.4.2009

B.-J. Lee

Magnetically Delayed Pseudospark Switch

DPG-Frühjahrstagung Greifswald, 30.3. – 2.4.2009

B. Klump, C. Hock, B. Koubek, A. Schönlein, M. Iberler, J. Jacoby

Simulation einer dielektrisch behinderter Entladung mittels (X)OOPIC

DPG-Frühjahrstagung Greifswald, 30.3. – 2.4.2009, Poster

C. Hock,

Dielektrisch behinderte Entladungen – Untersuchung der Zündkriterien und der Strom- und Spannungscharakteristik

DPG-Frühjahrstagung Greifswald, 30.3. – 2.4.2009

W. Schweizer, C. Teske, J. Jacoby, J. Wiechula

Entwicklung, Aufbau und Untersuchung eines MHD-Plasmaventils

DPG-Frühjahrstagung Greifswald, 30.3. – 2.4.2009, Poster

A. Mayr

Detektorentwicklung zur Röntgenspektroskopie an hochgeladenen Schwerionen an der GSI Darmstadt
DPG-Frühjahrstagung Greifswald, 30.3. – 2.4.2009

U. Ratzinger

High Current Ion Acceleration
430. WE-HERAEUS-Seminar "Accelerators and Detectors at the Technology Frontier",
Physikzentrum Bad Honnef, 27.-28.4.2009

R. Tiede

Simulation of High Current Linacs
430. We-Heraeus-Seminar "Accelerators and Detectors at the Technology Frontier",
Physikzentrum Bad Honnef, 28.04.2009

U. Bartz, A. Bechtold, N. Mueller, A. Schempp

The New cw RFQ Prototype
Part. Acc. Conf, Vancouver, Canada, 3.-9.5.2009, Poster

R. Brodhage, U. Ratzinger, H. Podlech, S. Minaev, R. Tiede, C. Clemente, L. Groening

Prototype Construction of a Coupled CH-DTL Proton Linac for FAIR
Part. Acc. Conf, Vancouver, Canada, 3.-9.5.2009, Poster

M. Busch, U. Ratzinger, H. Podlech, A. Bechtold, H. Liebermann, F. Dziuba, M. Amberg

Recent Superconducting CH-Cavity Development
Part. Acc. Conf, Vancouver, Canada, 3.-9.5.2009. Poster

P. Kolb, N. Mueller, A. Schempp

A Beam Transport System for the Frankfurt Funneling Experiment
Part. Acc. Conf, Vancouver, Canada, 3.-9.5.2009, Poster

J. Maus, R. Jameson, A. Schempp, N. Mueller, U. Bartz

RFQ Particle Dynamic Simulation Program Development
Part. Acc. Conf, Vancouver, Canada, 3.-9.5.2009, Poster

N. Mueller, U. Bartz, D. Ficek, P. Kolb, J. Maus, A. Schempp, M. Vossberg

Funneling with a Two-Beam RFQ Accelerator
Part. Acc. Conf, Vancouver, Canada, 3.-9.5.2009, Poster

M. Vossberg, N. Müller, A. Schempp, W. Barth, L. Dahl

The New GSI HLI-RFQ for CW Operation
Part. Acc. Conf, Vancouver, Canada, 3.-9.5.2009, Poster

C. Wiesner, L.P. Chau, M. Droba, N. Joshi, O. Meusel, I.- Mueller, U. Ratzinger

Chopper for Intense Proton Beams at Repetition Rates up to 250 kHz

Part. Acc. Conf, Vancouver, Canada, 3.-9.5.2009, Poster

C. Zhang, M. Busch, H. Klein, H. Podlech, U. Ratzinger

An Efficient 125 mA, 40 MeV Deuteron DTL for Fusion Material Tests

Part. Acc. Conf, Vancouver, Canada, 3.-9.5.2009; Poster

F. Dziuba, H. Podlech, M. Busch, U. Ratzinger, A. Bechtold, H. Klein

Development of Superconducting CH-Cavities for the EUROTRANS and IFMIF Project.

IAEA Meeting on Nuclear Research Applications and Utilization of Accelerators, Wien, Österreich, 3.-9.5, 2009, Poster

H. Podlech

The 600 MeV EUROTRANS Proton Driver Linac

IAEA Conference on Nuclear Research Applications and Utilization of Accelerators, Wien, Österreich, 5.5.2009

A. Bechtold,

Recent High Power RFQ Development

IAEA Meeting on Nuclear Research Applications and Utilization of Accelerators
Wien, Österreich, 8.5.2009

O. Meusel

Proton Linac for the Frankfurt Neutron Source FRANZ

IAEA Meeting on Nuclear Research Applications and Utilization of Accelerators,
Wien, Österreich, 8. 5. 2009

H. Klein

New Linac Developments for EUROTRANS

Orsay, Frankreich, 14.5.2009

H. Podlech

Development of Room Temperature and Superconducting RF Structures for Applications in
Fundamental and Applied Science

Seminar NSCL Michigan State University, East-Lansing, USA, 18.5.2009

H. Klein

The New Reference Design for the Low Energy Part up to 17 MeV of the EUROTRANS
Accelerator.

Mol, Belgien, 14.5.2009

U. Ratzinger

Status of the p-Linac Prototype Cavity Development,

French-German Collaboration Meeting at GSI, 4.6.2009

H. Podlech

Development of Efficient Room Temperature and Superconducting RF Structures for Applications in Fundamental and Applied Science
Seminar John-Adams-Institute for Accelerator Science, University of Oxford, Großbritannien, 29.6.2008

H. Podlech

Proposed RF Structures for a High Energy Linac at FAIR
INTAS Meeting GSI, 8.7.2009

H. Podlech

Development of Room Temperature and Superconducting RF Structures for Hadron Linacs
Seminar, Northern Illinois University, DeKalb, USA, 13.7.2009

H. Podlech

Development of Efficient RF Structures for Hadron Linacs used in Fundamental and Applied Sciences
Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia, USA, 14.7.2009

J. Maus, R. Jameson, A. Schempp

PteqHI Development and Code Comparing
ICAP Conference, San Francisco, 30.8. – 04.9. 2009, Poster

M. Busch

Development of Superconducting CH Structures in Frankfurt
TTC Collaboration Meeting, Orsay, Frankreich, 17.9.2009

U. Ratzinger

Beschleuniger - F & E in Deutschland über die Hadronen- und Kernphysik
Workshop "Beschleunigerentwicklung an deutschen Hochschulen für die Grundlagenforschung an Großgeräten", Hamburg 17./18.9.2009

H. Podlech

New Cavity Shape Developments for Low Beta Applications
International Conference on RF Superconductivity, Berlin, 24.9.2009

F. Dziuba, H. Podlech, M. Busch, U. Ratzinger, C. Zhang, H. Klein

Development of Superconducting CH Cavities for the EUROTRANS Injector Linac
International Conference on RF Superconductivity, Berlin, 24.9.2009

O. Meusel

Transporting High-Current Beams
ICIS 2009, Gatlinburg, USA, 25.9.2009

H. Podlech

Accelerator Physics

Meeting of the HIC for FAIR International Program Advisory Committee, Frankfurt,
28.10.2009

O. Meusel

Space Charge Lenses for the HIS Upgrade

Seminar, GSI Darmstadt, 11.11.2009

O. Meusel

Proton Linac for the Frankfurt Neutron Source FRANZ

2009 Winter Meeting of the American Nuclear Society, Washington, USA, 19.11.2009

H. Podlech

CH Cavity Development for the FAIR p-Linac

German-French Meeting on the FAIR Proton Linac, GSI Darmstadt, 19.11.2009

J. Jacoby

Fusionsenergie – eine unerschöpfliche Quelle nach dem Vorbild der Sonne

Schülervorlesung, Physikalischer Verein Frankfurt am Main , 21.11.2009

J. Pfister

HITRAP Low Energy Diagnostics and Emittance Measurements

Workshop "Low current, Low, Energy Beam Diagnostics", Hirschberg-Groß Sachsen,
24.11.2009

L. Chau

FRANZ – A Neutron and Accelerator Physics Facility

ITC-9, Tokai, Japan, 4.12.2009

M. Droba

Non-neutral Plasma and High Intensity Beam Physics

Plasmaphysik-Seminar, GSI Darmstadt, 8.12.2009

H. Podlech

The EUROTRANS Project

Latin American Conference on Nuclear Physics and Applications, Santiago de Chile, Chile,
15.-19.12

C. Wiesner

Proton Linac for the Frankfurt Neutron Source

Latin American Conference on Nuclear Physics and Applications, Santiago de Chile, Chile,
15.12.2009

Kommunikationsphysik

C. Lüke

Feature Extraction for Speech Recognition,
NAG/DAGA 2009, Rotterdam, Niederlande, 24.3.2009

M. Eichler

Superdirective Beamforming Using an Extended Modal Subspace Decomposition,
NAG/DAGA 2009, Rotterdam, Niederlande, 25.3.2009

K. Schnell

Speech Analysis and Synthesis by Time-Varying Lattice Filters,
NAG/DAGA 2009, Rotterdam, Niederlande, 26.3.2009

K. Schnell

Model-Based Analysis of Speech and Audio Signals for Real-Time Processing Based on
Time-Varying Lattice Filters, IEEE Conf. ICASSP'09, Taipei Taiwan, 23.4.2009.

K. Schnell

Iterative Inverse Filtering by Lattice Filters for Time-Varying Analysis and Synthesis of
Speech, IEEE Conf. ICASSP'09, Taipei Taiwan, 24.4.2009.

F. Gollas

Spatio-temporal analysis of brain electrical activity in epilepsy based on Cellular Nonlinear
Networks

Symposium Microtechnologies for the New Millennium 2009 der Society of Photo-Optical
Instrumentation Engineers - SPIE, Europe in Dresden. 5.5.2009

F. Gollas

Spatio-temporal analysis of brain electrical activity in epilepsy based on Cellular Nonlinear
Networks

4th International Workshop on Seizure Prediction in Kansas City (IWSP4), USA, 6.6.2009

F. Gollas

Analysis of Local Activity in Reaction-Diffusion Networks Identifying EEG Signals in
Epilepsy

European Conference on Circuit Theory and Design (ECCTD'09) in Antalya, Türkei,
25.8.2009

K. Schnell

Artificial Nasalization of Speech Sounds Based on Pole-Zero Models of Spectral Relations
between Mouth and Nose Signals, ISCA Conf. INTERSPEECH'09, Brighton UK, 8.9.2009.

M. Eichler

Implementation of a Superdirective Beamformer based on an Extended Modal Subspace Decomposition, 20. Konferenz Elektronische Sprachsignalverarbeitung, Dresden, 21.9.2009.

C. Lüke

Merkmalsextraktion für die Spracherkennung,
20. Konferenz Elektronische Sprachsignalverarbeitung, Dresden, 21.9.2009

K. Schnell

Kombinierte Ansätze zeitvariabler und zeitinvarianter Modellanalysen für die Sprachverarbeitung,
20. Konferenz Elektronische Sprachsignalverarbeitung, Dresden, 22.9.2009

C. Lüke

Feature Extraction for Speech Recognition
19th Czech-German Workshop on Speech Processing, Prag, Tschechische Republik,
29.9.2009

M. Eichler

Breitbandiges Beamforming mit kompakten Mikrofon-Arrays, Physikalisches Kolloquium,
FB Physik, Frankfurt, 2.12.2009.

K. Schnell

Synthetische Sprache und automatische Spracherkennung
- Vom Sprechen und Hören der Computer
Antrittsvorlesung, Fachbereich Physik, Goethe-Universität Frankfurt, 9.12.2009